

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО  
ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**С. А. ГРЯЗНОВА**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

**з курсу**

**МЕТРОЛОГІЯ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ ТА  
СЕРТИФІКАЦІЯ**

*(для студентів I курсу денної форми навчання  
за спеціальністю 263 – Цивільна безпека)*

**Харків – ХНУМГ ім. О. М. Бекетова – 2017**

**Грязнова С. А.** Конспект лекцій з курсу «Метрологія, стандартизація та сертифікація» (для студентів 1 курсу денної форми навчання за спеціальністю 263 – Цивільна безпека) / С. А. Грязнова; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 151 с.

Автор С. А. Грязнова

Рецензент канд. техн. наук, доц. В. Е. Абракітов

*Рекомендовано кафедрою охорони праці та безпеки життєдіяльності,  
протокол засідання №5 від 26.12.2014 р.*

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1 ОСНОВИ МЕТРОЛОГІЇ.....	5
Лекція №1 Загальні положення .....	5
Лекція №2 Міжнародна система одиниць.....	12
Лекція №3 Методи вимірювання.....	18
Лекція №4 Засоби вимірювання.....	24
Лекція №5 Похибки вимірювань.....	30
Лекція №6 Способи обробки результатів вимірювань.....	35
Лекція №7 Метрологічне забезпечення охорони праці.....	40
Лекція №8 Гігієнічний лабораторний контроль виробничого середовища і основні методи .....	49
Лекція №9 Вимоги до методів вимірювань і досліджень.....	61
Лекція №10 Організація лабораторного контролю на підприємствах....	70
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2 СТАНДАРТИЗАЦІЯ ТА ВЗАЄМОЗАМІННІСТЬ.....	75
Лекція №11 Основні принципи стандартизації.....	75
Лекція №12 Взаємозамінність. Єдина система допусків та посадок.....	86
Лекція №13 Показники якості продукції.....	97
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3 СЕРТИФІКАЦІЯ ВИРОБНИЦТВ.....	110
Лекція №14 Основи сертифікації.....	110
Лекція №15 Атестація виробництва.....	123
Лекція №16 Сертифікація машин, механізмів, устаткування, транспортних засобів і технологічних процесів.....	133
СПИСОК ДЖЕРЕЛ.....	150

## ВСТУП

Метрологія, стандартизація та сертифікація становлять невід'ємну частину всієї діяльності людства і більшість вважає, що вони впливають майже на всі аспекти нашого життя. Такі слова як «якість», «стандарт», «міра», «сертифікація» мають різні значення для різних людей в різних контекстах. Тому важливо, щоб такі терміни розуміли відповідним чином.

Дисципліна «Метрологія, стандартизація та сертифікація» має мету ознайомитись з:

- нормативно-правовими і методологічними основами метрологічного вимірювання: засобами і методами вимірювань, забезпеченням єдності вимірювань, з видами еталонів, калібруванням і повіркою засобів вимірювання, сертифікацією та ліцензуванням;

- системою екологічних стандартів з охорони природи і якості об'єктів природного середовища; системою стандартів з методів і методик визначення забруднюючих речовин довкілля; системою стандартів з екологічної сертифікації;

- органами метрології і стандартизації та організацією робіт з метрології, стандартизації і сертифікації; державною системою сертифікації і практикою сертифікації в Україні.

Дисципліна складається з трьох частин, які мають методологічну єдність та підготовлено відповідно до програми навчальної дисципліни «Метрологія, стандартизація та сертифікація» для студентів 1 курсу денної форми навчання за спеціальністю 263 – Цивільна безпека.

У першій частині розглядається основні положення та визначення в галузі, структура та завдання державної метрологічної системи України, основи вимірювань і теорії вимірювань, забезпечення єдності вимірювань. Значна увага приділяється державному метрологічному контролю та нагляду за забезпеченням єдності вимірювань в Україні.

Друга частина присвячена стандартизації, взаємозамінності, а також розглядаються показники якості продукції.

У третій частині розкрито загальні положення щодо сертифікації та процедур оцінки відповідності продукції в Україні.

# ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1 ОСНОВИ МЕТРОЛОГІЇ

## ЛЕКЦІЯ № 1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

### 1.1 Державна метрологічна система. Метрологічна служба України

Законом України «Про метрологію та метрологічну діяльність» уперше введено поняття *Державної метрологічної системи*. На неї покладається забезпечення єдності вимірювань у державі і на основі цього виконання таких функцій:

- реалізація єдиної технічної політики в галузі метрології;
- захист громадян і національної економіки від наслідків недостовірних результатів вимірювань;
- економія всіх видів матеріальних ресурсів;
- підвищення рівня фундаментальних досліджень і наукових розробок;
- забезпечення якості та конкурентоспроможності вітчизняної продукції;
- створення науково-технічних, нормативних, методичних і організаційних основ забезпечення єдності вимірювань у державі.

Координацію діяльності Державної метрологічної системи здійснює Держстандарт України (ДСУ) через Метрологічну службу України (МСУ).

*Метрологічна служба взагалі* – це мережа організацій, окрема організація або окремий підрозділ, на які покладена відповідальність за забезпечення єдності вимірювань у закріпленій сфері діяльності.

*До складу МСУ входять* (рис. 1.1):

- Державна МС (ДМС);
- метрологічні служби центральних органів виконавчої влади, підприємств і організацій (МС ЦОВВПО).
- Державна служба стандартних зразків складу та властивостей речовин і матеріалів (ДССЗ);
- Державна служба стандартних довідкових даних про фізичні сталі та властивості речовин і матеріалів (ДССДД).

*На Держстандарт України покладено здійснення державного управління, тобто проведення єдиної технічної політики щодо забезпечення єдності вимірювань в Україні, в тому числі:*

- організація проведення фундаментальних та теоретичних досліджень у галузі метрології;
- організація створення та функціонування еталонної бази України та її удосконалення;
- визначення порядку створення, затвердження, реєстрації, зберігання та застосування еталонів, а також звірення їх з міжнародними еталонами та державними (національними) еталонами інших країн;
- координація діяльності МСУ;
- визначення загальних метрологічних вимог до ЗВТ, методів та результатів вимірювань;



Рисунок 1.1 - Структура метрологічної служби України

- затвердження типів ЗВТ;
- визначення загальних вимог щодо порядку проведення калібрування і метрологічної атестації ЗВТ;
- визначення загальних вимог до розробки та атестації методик виконання вимірювань;
- визначення порядку проведення всіх видів державного метрологічного контролю і нагляду;
- організація і проведення державного метрологічного контролю і нагляду;
- затвердження типових положень про МС ЦОВВПО;
- розробка або участь у розробці національних, державних та

багатогалузових програм, що стосуються забезпечення єдності вимірювань;

– участь у діяльності міжнародних метрологічних організацій у порядку, передбаченому законодавством.

Рішення ДСУ з питань метрологічної діяльності, прийняті в межах його компетенції, є обов'язковими для виконання центральними та місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, підприємствами, організаціями, громадянами – суб'єктами підприємницької діяльності та іноземними виробниками.

*Метрологічними центрами ДСУ є* ДНДІ метрології (ДНДІМ), м. Харків, ДНДІ «Система», м. Львів і УкрЦСМС, м. Київ. Їхніми головними завданнями є: виконання науково-дослідних робіт, пов'язаних зі створенням, удосконаленням, зберіганням і застосуванням державних еталонів, створенням систем передавання розмірів одиниць вимірювань, розробкою нормативних документів з метрології, а також здійснення державного метрологічного контролю.

*Територіальні органи ДСУ* виконують на відповідній території, яка за ними закріплена, завдання і функції ДСУ в межах, визначених положенням про ці органи та наказами ДСУ.

*Державна служба стандартних зразків складу та властивостей речовин і матеріалів* здійснює міжрегіональну і міжгалузеву координацію і забезпечує виконання робіт, пов'язаних із розробкою і впровадженням стандартних зразків складу та властивостей речовин і матеріалів.

*Державна служба стандартних довідкових даних про фізичні константи та властивості речовин і матеріалів* здійснює міжрегіональну і міжгалузеву координацію та забезпечує виконання робіт, пов'язаних із розробкою і впровадженням стандартних довідкових даних про фізичні константи та властивості речовин і матеріалів.

*Метрологічні служби центральних органів виконавчої влади* можуть створюватися:

а) в центральних органах виконавчої влади – для координації робіт, пов'язаних із забезпеченням єдності вимірювань і здійсненням метрологічного контролю і нагляду;

б) в органах управління об'єднань підприємств – для виконання делегованих підприємствами, що входять до їх складу, функцій щодо забезпечення єдності вимірювань;

в) на підприємствах і в організаціях – для забезпечення єдності вимірювань і здійснення метрологічного контролю та нагляду. Метрологічні служби підприємств і організацій здійснюють науково-технічне і організаційно-методичне керівництво усіма роботами з метрологічного забезпечення розробки, виробництва, випробувань та експлуатації продукції, яку випускає підприємство, а також споживчих якостей різних видів продукції для населення.

Метрологічні служби центральних органів виконавчої влади, підприємств і організацій у цілому організовують і виконують роботи, пов'язані з забезпеченням єдності вимірювань у сферах своєї діяльності, основними з яких є:

- удосконалення метрологічного забезпечення в межах їх компетенції;
- організація і проведення повірки, метрологічного атестування, калібрування та ремонту ЗВТ;
- розробка методик виконання вимірювань, методик повірки та калібрування ЗВТ;
- здійснення метрологічного контролю і нагляду.

## **1.2 Мета державного метрологічного контролю і нагляду.**

### **Об'єкти державного метрологічного контролю і нагляду**

Державний метрологічний контроль і нагляд здійснюється з метою перевірки додержання вимог цього Закону, інших нормативно-правових актів і нормативних документів з метрології.

**Об'єктами державного метрологічного контролю і нагляду є:**

- засоби вимірювальної техніки;
- методики виконання вимірювань;
- кількість фасованого товару в упаковках.

**До державного метрологічного контролю належать:**

- уповноваження та атестація в державній метрологічній системі;
- державні випробування засобів вимірювальної техніки і затвердження їх типів;
- державна метрологічна атестація засобів вимірювальної техніки;
- повірка засобів вимірювальної техніки.

**До державного метрологічного нагляду належать:**

- державний метрологічний нагляд за забезпеченням єдності вимірювань.

В Україні створена еталонна база, що нараховує більше 150 державних еталонів, а також кілька сотень вторинних еталонів.

Державну перевірочну систему можна спрощено представити на схемі (рис. 1.2), де від одного вихідного початку - державного еталона одиниці якоїсь фізичної величини поширюється за допомогою вторинних еталонів і зразкових засобів вимірювань усім робочим засобам вимірювань. Отже, державні еталони є основою забезпечення єдності вимірювань.

На кожному підприємстві, де є достатня кількість технологічного устаткування й необхідно контролювати велику розмаїтість фізичних величин, створена метрологічна служба, у задачу якої входить:

- замовляти необхідні засоби вимірювання для різних технологічних об'єктів підприємства;
- здійснювати безупинний контроль і перевірку усієї вимірювальної



техніки на підприємстві;

- здійснювати приймання нових систем вимірювальної техніки;
- безупинне підвищення кваліфікації операторів, що обслуговують складні вимірювальні системи і комплекси.



Рисунок 1. 2 - Схема державної повірочної системи одиниць вимірювань

У червні 2004 року вийшов Закон України № 1765 - IV «Про внесення змін до Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність» у якому подано, зокрема, основні терміни та їх визначення.

### 1.3 Функції і задачі метрології та її основні терміни

#### Метрологія і її задачі

Метрологія має справу з вимірюванням фізичних величин і, як наука, базується на трьох постулатах:

- існує істинне значення вимірюваної величини;
- істинне значення виміряти неможливо;
- істинне значення не змінюється в часі.

Істинне значення вимірюваної величини можна порівняти з поняттям абсолютної істини, що пізнається лише в результаті нескінченного процесу пізнання. Істинне значення фізичної величини може бути отримано тільки в результаті нескінченного процесу вимірювань з нескінченим удосконалюванням методів і засобів вимірювань.

***Метрологія - це наука про вимірювання, методи і засоби забезпечення їхньої єдності і способах досягнення необхідної точності.***

Метрологія є однією з галузей науки, роль якої останні десятиріччя значно зросла. Метрологія проникла і завоювала собі позиції в усіх галузях життя і діяльності людства.

Точність вимірювань характеризується близькістю результатів вимірювань до істинного значення вимірюваної величини.

Метрологія, як наука, вирішує наступні задачі:

- розширення номенклатури фізичних величин, які необхідно вимірювати;
- розширення діапазону вимірювання для конкретної фізичної величини;
- вимоги точності вимірювань;
- швидкість одержання вимірювальної інформації;
- розробка безконтактних методів вимірювань;
- розробка інтелектуальних датчиків і вимірювальних робіт;
- вимоги високої кваліфікації операторів.

Метрологію, як область людської діяльності, можна розділити на теоретичну, законодавчу й практичну.

Початком організованої й законодавчої діяльності держав в області метрології варто вважати 1875 рік, коли в Парижі 17-ю державами була підписана Метрична конвенція для забезпечення міжнародної єдності й удосконалення метричної системи мір. У цей же час була створена координуюча організація – Міжнародне бюро мір і ваг, де зберігаються міжнародні прототипи мір (метра і кілограма), міжнародні еталони електричних і світлових одиниць і радіоактивності.

#### 1.4 Основні терміни та визначення з метрології

**Метрологія** – наука про вимірювання, яка включає як теоретичні, так і практичні аспекти вимірювань у всіх галузях науки і техніки.

**Законодавча метрологія** – частина метрології, що містить законодавчі акти, правила, вимоги та норми, які регламентуються і контролюються державою для забезпечення єдності вимірювань.

**Вимірювальна величина** – фізична величина чи параметри її залежності, що підлягають вимірюванню.

**Вимірювання** – відображення фізичних величин їх значеннями за допомогою експерименту та обчислень із застосуванням спеціальних технічних засобів.

**Одиниця вимірювання** – фізична величина певного розміру, прийнята для кількісного відображення однорідних з нею величин.

**Єдність вимірювань** – стан вимірювань, за якого їх результати виражаються в узаконених одиницях вимірювань, а характеристики похибок або невизначеності вимірювань відомі і із заданою ймовірністю не виходять за встановлені межі.

**Методика виконання вимірювань** – сукупність процедур і правил, виконання яких забезпечує одержання результатів вимірювань з потрібною точністю.

**Метрологічна діяльність** – діяльність, яка пов'язана із забезпеченням єдності вимірювань.

**Фізична величина** – властивість, спільна в якісному відношенні у багатьох матеріальних об'єктів та індивідуальна в кількісному відношенні в кожного з них.

**Система фізичних величин** – сукупність взаємопов’язаних фізичних величин, у якій декілька величин приймають за незалежні, а інші визначають як залежні від них.

**Розмірність фізичної величини** – вираз, що відображає її зв’язок з основними величинами системи величин.

**Дійсне значення фізичної величини** – значення, знайдене експериментально й настільки наближається до дійсного (справжнього), що для даної мети може бути використане замість нього.

**Одиниця фізичної величини** – фізична величина певного розміру, прийнята за угодою для кількісного відображення однорідних з нею величин.

**Засіб виміральної техніки** – технічний засіб, який застосовується під час вимірювань і має нормовані метрологічні характеристики. До засобів виміральної техніки належать засоби вимірювань та вимірвальні пристрої.

**Засіб вимірювань** – засіб виміральної техніки, який реалізує процедуру вимірювань. До засобів вимірювань належать кодові засоби вимірювань, реєструючи засоби вимірювань, вимірвальні прилади та вимірвальні системи.

**Вимірвальний прилад** – засіб вимірювань, у якому створюється візуальний сигнал виміральної інформації.

**Ціна розподілу шкали** – різниця значень, що відповідає двом сусіднім оцінкам шкали.

**Еталон** – засіб виміральної техніки, що забезпечує відтворення й (чи) зберігання одиниці вимірювань одного чи декількох значень, а також передачу розміру цієї одиниці іншим засобам виміральної техніки.

**Державний еталон** – офіційно затверджений еталон, який забезпечує відтворення одиниці вимірювань та передачу її розміру іншим еталонам з найвищою в країні точністю.

**Робочий еталон** – еталон, призначений для перевірки чи калібрування засобів виміральної техніки.

**Зразковий засіб вимірювань** – засіб вимірювань, який служить для перевірки засобів вимірювання і затверджений як зразковий.

**Метрологічна служба** – мережа організацій, окрема організація або окремий підрозділ, на які покладена відповідальність за забезпечення єдності вимірювань у закріпленій сфері діяльності.

**Метрологічна атестація засобів виміральної техніки** – дослідження засобів виміральної техніки з метою визначення їхніх метрологічних характеристик та встановлення придатності цих засобів до застосування.

**Межі показань приладів** – це значення вимірюваної величини, яке відповідає початку й кінцю шкали.

**Постійна приладу** – це величина, на яку повинен бути помножений результат вимірювання, щоб вийшло дійсне значення вимірюваної величини.

**Поправка** – це величина, що повинна бути алгебраїчно складена з

показанням приладу, щоб вийшло дійсне значення вимірюваної величини.

**Межа чутливості вимірювального приладу** – це найменша зміна значення вимірюваної величини, здатна викликати зміну показань вимірювального приладу.

**Клас точності приладу** – це величина похибки в процентному вираженні, яка відповідає нормальним умовам роботи приладу.

### **Контрольні питання**

1. Які функції виконує державна метрологічна служба України?
2. Де можуть створюватися метрологічні служби?
3. Яка мета державного метрологічного контролю і нагляду?
4. Що належить до державного метрологічного контролю та нагляду?
5. Дайте визначення поняттю «метрологія».
6. Які задачі вирішує метрологія?
7. Що таке законодавча метрологія?
8. Дайте визначення наступним термінам: вимірювання, фізична величина, дійсне значення фізичної величини, засіб вимірювань, вимірювальний прилад, ціна розподілу шкали, еталон, робочий еталон, зразковий засіб вимірювань, повірка засобів вимірювальної техніки, межі показань приладів, постійна приладу, поправка, клас точності приладу.

## **ЛЕКЦІЯ № 2 МІЖНАРОДНА СИСТЕМА ОДИНИЦЬ**

### **2.1 Види систем одиниць**

В 1832 р. К.Ф. Гаусом була розроблена система одиниць, яку він назвав абсолютною, з основними величинами - міліметр, міліграм, секунда. Основні величини запропонованої Гаусом системи відображають найзагальніші властивості матерії - масу і основні форми існування тобто простір і час. В зв'язку з цим її і подібні системи називали абсолютними, хоча це не зовсім відповідає дійсності тому що в кінці минулого віку В. Томсон запропонував систему побудовану на двох основних величинах  $L$  і  $T$ . Відомі системи з одною основною величиною, а також так звані природні систем одиниць, що базуються на універсальних фізичних константах.

Повними одиницями системи Гауса були міліметр, міліграм і секунда, розміри яких незручні для практики. Тому в 1881 р. Міжнародний конгрес електриків (МКЕ) прийняв систему одиниць СГС з основними одиницями - сантиметр, грам, секунда. Із трьох її різновидів електростатична СГСЕ, електромагнітна СГСМ і симетрична СГС- остання ще й зараз має обмежене застосування в теоретичних розділах фізики і астрономії. Цей самий конгрес

прийняв практичні електричні одиниці - см, вольт, ампер і фарад, а в 1889 р. II МКЕ - джоуль, ват і генрі.

В 1901 р. італійський інженер Джорджі запропонував систему МКС з основними одиницями - метр, кілограм, секунда - і показав, що на її основі можна побудувати когерентну практичну систему механічних і електричних одиниць, якщо за четверту основну одиницю взяти одну із практичних електричних одиниць. Був вибраний ампер і виникла когерентна практична система електромагнітних одиниць МКСА, а згодом система теплових одиниць МКСК з четвертою основною одиницею - кельвіном і система світлових одиниць МСК - метр, секунда, кандела. Всі ці системи когерентні і на їх основі побудована Міжнародна система одиниць SI.

Залежно від форми запису рівнянь електромагнітного поля, які використовуються для утворення похідних одиниць, системи одиниць електричних і магнітних величин можуть бути нераціоналізовані і раціоналізовані. Раціоналізація цих рівнянь запропонована в кінці минулого сторіччя англійським фізиком Хевісайдом і полягає в тому, що множник  $4\pi$  залишається тільки в рівняннях, пов'язаних з сферичною симетрією (закон Гауса, Кулона), а в більшості інших рівнянь відсутній. Тому за однакових розмірів основних одиниць розміри окремих похідних одиниць нераціоналізованої і раціоналізованої систем різні.

В 1960 р. XI Генеральна конференція з мір і ваги (ГКМВ) прийняла Міжнародну систему одиниць (Система інтернаціональна - SI) з основними одиницями - метр, кілограм, секунда, ампер, кельвін, кандела і з додатковими - радіан і стерадіан, а в 1971 р. XIV ГКМВ затвердила цьому основну одиницю - моль.

В Україні з 01.01.1999 р. чинними є державні стандарти - ДСТУ 3561.0-97 Метрологія. Одиниці фізичних величин. Основні одиниці фізичних величин Міжнародної системи одиниць. Основні положення, назви та позначення, ДСТУ 3561.1-97 Метрологія. Одиниці фізичних величин. Похідні одиниці фізичних величин Міжнародної системи одиниць. Основні поняття, назви та позначення, ДСТУ 3561.2-97 Метрологія. Одиниці фізичних величин. Фізичні сталі та характеристичні числа. Основні положення, назви, позначення та значення, згідно з якими обов'язковим є застосування одиниць SI, а також часткових і кратних від них.

## **2.2 Фізична величина та одиниця фізичної величини**

Метрологія має справу з вимірними фізичними величинами, властивими конкретним предметам, явищам, процесам. У поняття «вимірювання» входять такі головні ознаки:

- вимірювати можна властивості реально існуючих об'єктів пізнання, тобто фізичні величини;

- вимірювання вимагає проведення дослідів, тобто теоретичні міркування чи розрахунки не можуть замінити експеримент;
- для проведення дослідів вимагаються особливі технічні засоби - «засоби вимірювань», що приводяться у взаємодію з матеріальним об'єктом;
- результатом вимірювання є значення фізичної величини.

Результат вимірювання завжди відрізняється від істинного значення фізичної величини, яке, відповідно до метрологічного постулату, визначити неможливо. У результаті вимірювань одержують значення фізичної величини, близьке до істинного, котре **називають дійсним значенням фізичної величини чи дійсне значення**. Воно визначається експериментальним шляхом і настільки близько до істинного значення, що для поставленої вимірювальної задачі воно може його замінити. За дійсне значення при багаторазових вимірах приймають середнє арифметичне значення, а при однократних вимірах - значення величини, отримане в результаті вимірювань більш точним технічним засобом.

Відмінність результату вимірювання від істинного значення пояснюється недосконалістю засобів вимірювань, недосконалістю способу застосування засобів вимірювань, вплив умов виконання вимірювання, участю людини з її обмеженими можливостями й т.д.

Відхилення результату вимірювання від істинного значення вимірювання величини **називається похибкою вимірювання**.

Фізичну величину, якій по визначенню привласнене числове значення, рівне одиниці, **називають одиницею фізичної величини**. Розмір одиниці фізичної величини може бути різним. Однак виміри повинні виконуватися в загальноприйнятих одиницях.

Спільність одиниць у міжнародному масштабі встановлюють міжнародними угодами. В Україні діє ДСТ 8.417-81 «Державна система забезпечення єдності вимірювань, одиниці фізичних величин», відповідно до якого в нашій країні введена до обов'язкового застосування міжнародна система одиниць (СІ).

### 2.3 Одиниця фізичних величин. Система СІ

Здавна людина користувалася різними одиницями для кількісного оцінювання відстані між населеними пунктами, площі земельних ділянок, тривалості дня й т.п.

Багато держав у Європі аж до XVIII століття використовували в повсякденному житті різні одиниці фізичних величин, що гальмувало розвиток торгівлі, промисловості, науки й інших сфер людської діяльності в міждержавних відносинах, що розширюються. Спроби рішення цієї проблеми привели до створення метричної системи мір, що зародилася у Франції в середині XVIII століття і була прийнята французькими національними зборами 8 травня 1790 р.

Метрична система мір складалася з одиниць довжини, площі, об'єму і маси. Заснована на одиниці довжини – метрі, вона одержала найменування метричної.

Одиниця маси – кілограм – була спочатку визначена як маса чистої води в обсязі  $1 \text{ дм}^3$  при температурі  $4^\circ\text{C}$  (вода при цій температурі має максимальну густину). Як одиниці площі і об'єму були прийняті  $1 \text{ м}^2$  і  $1 \text{ м}^3$ .

У другій половині XIX століття, після підписання Метричної конвенції (20 травня 1875 року), метрична система одержала міжнародне визнання. Комісія Міжнародного комітету мір і ваг підготувала пропозицію по міжнародній системі одиниць, що була прийнята в **1960 році** на XI Генеральній конференції по мірам і вагам. Система одержала назву: Міжнародна система одиниць (скорочено SI, CI). У Міжнародну систему одиниць увійшло 7 основних одиниць:

- *метр* - дорівнює довжині шляху, який проходить у вакуумі світло за  $1/299792458$  частку секунди;

- *кілограм* - дорівнює масі міжнародного прототипу кілограма;

- *секунда* - дорівнює 9192631770 періодам випромінювання відповідного переходу між двома надтонкими рівнями основного стану атома цезію-133;

- *ампер* - дорівнює силі струму, що не змінюється, який при проходженні по двох прямолінійних рівнобіжних провідниках нескінченної довжини й мізерно малого круглого перетину, розташованим на відстані 1 м один від іншого у вакуумі, викликає би на кожній ділянці провідника довжиною 1 м силу взаємодії, рівну  $2 \cdot 10^{-7} \text{ Н}$ ;

- *кельвін* - дорівнює  $1/273,16$  частини термодинамічної температури потрібної крапки води;

- *моль* - дорівнює кількості речовини системи, що містить стільки ж структурних елементів, скільки міститься атомів у вуглеці-12 масою 0,012 кг.

- *кандела* - дорівнює силі світла в заданому напрямку джерела, що випускає монохроматичне випромінювання частотою  $540 \cdot 10^{12} \text{ Гц}$ , енергетична сила світла якого в цьому напрямку складає  $1/683 \text{ Вт/ср}$  (Ват на стерадіан).

Одиниці CI придатні для практичного застосування у всіх областях науки і техніки та в різних галузях народного господарства. Офіційно вони прийняті всіма країнами але поряд з ними ще дозволено використання ряду традиційних одиниць.

Одиниці CI позначаються літерами латинського і грецького (міжнародні позначення) або українського алфавітів, а також спеціальними знаками). На засобах вимірювань мають бути міжнародні позначення.

У позначеннях одиниць, назви яких походять від прізвищ, перша буква має бути велика, наприклад, W, Вт; Wb, Вб;  $\Omega$ , Ом. Позначення одиниць проставляються тільки після числових значень величин в один рядок з ними.

Позначення основних і додаткових величин приведені в таблиці 2.1.

Одночасно з прийняттям Міжнародної системи одиниць XI Генеральна конференція по мірах і вагам прийняла дванадцять десяткових кратних і часткових приставок, до яких у подальшому були додані нові. Приставки CI

дають можливість утворювати десяткові кратні і часткові одиниці від одиниць СІ і від інших одиниць. У таблиці 2.2 приведені найменування і позначення приставок СІ.

### **Позасистемні одиниці.**

Позасистемні одиниці підрозділяються на три види:

- одиниці, що одержали поширення нарівні з одиницями СІ й у сполученні з ними (табл. 2.3);
- одиниці, застосовувані в спеціальних областях науки і техніки (табл. 2.4).

Таблиця 2.1 – Позначення основних і додаткових одиниць

Позначення основних і додаткових одиниць

Величина			Одиниця		
Найменування	Розмірність	Позначення, що рекомендується	Найменування	Позначення	
				українське	міжнародне
Основні одиниці					
Довжина	L	l, L	метр	м	T
Маса	M	m	кілограм	кг	kg
Час	T	t, T	секунда	с	s
Сила електричного струму	I	i	Ампер	A	A
Термодинамічна температура	Θ	T, Θ	Кельвін	K	K
Сила світла	J	I <sub>v</sub>	канделла	кд	cd
Кількість речовини	N	N, v	моль	моль	mol
Додаткові одиниці					
Плоский кут		φ	радіан	рад	rad
Тілесний кут		Ω	стеррадіан	ср	sr

Таблиця 2.2 - Найменування і позначення приставок СІ для утворення десяткових кратних і часткових одиниць і їх множники

Приставка			Множник	Приклади
Найменування	Позначення			
	міжнародне	українське		
Гіга	G	Г	10 <sup>9</sup>	гігават – ГВт
Мега	M	М	10 <sup>6</sup>	мегаом – МОм
Кіло	k	к	10 <sup>3</sup>	кілометр – км
Гекто	h	г	10 <sup>2</sup>	гектолітр – гл
Дека	da	да	10 <sup>1</sup>	декалітр – дал
Деци	d	д	10 <sup>-1</sup>	дециметр – дц
Санти	c	с	10 <sup>-2</sup>	сантиметр – см
Мілі	m	м	10 <sup>-3</sup>	мілівольт – мВ
Мікро	μ	мк	10 <sup>-6</sup>	мікроампер – мкА
Нано	n	н	10 <sup>-9</sup>	наносекунда – нс



Таблиця 2.3 - Одиниці, застосовувані в сполученні з одиницями СІ

Найменування	Позначення		Співвідношення з одиницею СІ
	міжнародне	українське	
Тонна	$t$	Т	$10^3 \text{ кг}$
Хвилина	min	хвл.	60 с
Час	h	год.	3600 с
Доба	d	доб.	86400 с
Градус	$\dots^\circ$	$\dots^\circ$	$(\pi/180) \text{ рад}$
Міну́та	$\dots'$	$\dots'$	$(\pi/10800) \text{ рад}$
Секунда	$\dots''$	$\dots''$	$(\pi/648000) \text{ рад}$
Літр	l	л	$10^{-3} \text{ м}^3$
Градус Цельсія	$\dots^\circ\text{C}$	$\dots^\circ\text{C}$	За величиною градус Цельсія дорівнює градусу Кельвіна

Таблиця 2.4 - Одиниці, що застосовуються в спеціальних областях науки і техніки

Найменування	Позначення		Співвідношення з одиницею СІ	Область застосування
	міжнародне	українське		
Астрономічна одиниця світовий рік парсек	ua ly pc	а.е. св. рік пк	$1,49598 \cdot 10^{11} \text{ м}$ $9,4505 \cdot 10^{15} \text{ м}$ $3,0857 \cdot 10^{16} \text{ м}$	Астрономія
Діоптрія	-	дитр	$1 \text{ м}^{-1}$	оптика
Гектар	ha	га	$10^4 \text{ м}^2$	Сільське і лісове господарство
Електронвольт	ev	eB	$1,60219 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$	Фізика

### Контрольні питання

1. Які ознаки входять до поняття «вимірювання»?
2. Що називають одиницею фізичної величини?
3. Коли була прийнята Міжнародна система СІ?
4. Перерахуйте сім основних одиниць, які увійшли у Міжнародну систему.
5. Дайте характеристику позасистемним одиницям

## ЛЕКЦІЯ № 3 МЕТОДИ ВИМІРЮВАНЬ

### 3.1 Різновиди вимірювань

Теперішнього часу в силу великої різноманітності вимірюваних фізичних величин і вимог до якості вимірювань для їх здійснення використовують різні методи. Правильне і глибоке розуміння суті методів вимірювань дозволяє організувати процес вимірювання так, щоб якнайкраще забезпечити виконання дуже суперечливих вимог щодо точності, часових і апаратурних витрат.

Незважаючи на чисельність методів вимірювань, можна виділити властиві їм спільні ознаки, за якими вимірювання розділяють на характерні різновиди. До найбільш поширених належать такі ознаки: фізична природа вимірюваних величин, функціональна залежність між шуканою і безпосередньо вимірюваною величинами, характер змінювання вимірюваної величини в часі, спосіб подання результату вимірювання, наявність попереднього (проміжного) вимірювального перетворення, кількість вимірювань у серії, характеристика точності, призначення вимірювань.

**Метод вимірювання** – це сукупність способів використання засобів вимірювальної техніки та принципу вимірювання для створення вимірювальної інформації.

**Принцип вимірювання** визначається суттю явища, на якому ґрунтується вимірювання.

За фізичною природою вимірюваних величин вимірювання розподіляють на області і види. Під областю вимірювань фізичних величин розуміють фізичні величини, які властиві певній галузі науки та техніки й виділяються своєю специфікою. Вид вимірювань є частиною області вимірювань, що має свої особливості й відрізняється однорідністю вимірюваних величин. Поділ вимірювань на області та види не є постійним, він залежить від об'єктивних і суб'єктивних факторів. Наведемо один із варіантів такого поділу вимірювань, прийнятий Держстандартом України:

- вимірювання геометричних величин;
- вимірювання механічних величин;
- вимірювання параметрів потоку, витрат, рівня й об'єму речовин;
- вимірювання тиску, вакуумні вимірювання;
- вимірювання оптичних і оптико-фізичних величин;
- вимірювання теплофізичних величин і температури;
- вимірювання часу і частоти;
- вимірювання електричних і магнітних величин;
- вимірювання в радіоелектроніці;
- вимірювання акустичних величин;
- вимірювання фізико-хімічного складу і властивостей речовин;
- вимірювання характеристик іонізуючих випромінювань і ядерних констант.

### 3.2 Види і методи вимірювань

Функціональна залежність між шуканою і безпосередньо вимірюваними величинами є однією з дуже важливих ознак, оскільки вид цієї залежності визначає вибір методу обробки результатів вимірювань при оцінці їхньої точності. *За цією ознакою вимірювання розподіляють на прямі й непрямі.*

*Прямим називають вимірювання, при якому значення однієї фізичної величини знаходять безпосередньо з дослідних даних за показом вимірювального приладу без перетворення роду фізичної величини і обчислень поза приладом.*

Рівняння прямого вимірювання має вигляд

$$Y = X, \quad (3.1)$$

де  $Y$  – результат вимірювання (шукане значення фізичної величини);

$X$  – значення вимірюваної величини, одержане з дослідних даних.

Прикладом прямих вимірювань є вимірювання довжини лінійкою, струму – амперметром, опору – омметром і т.д. До прямих належать вимірювання, при яких результат вимірювання одержують статистичною обробкою дослідних даних (багаторазових вимірювань одного і того самого розміру вимірюваної фізичної величини).

*Непряме вимірювання* – вимірювання, при якому значення однієї чи декількох вимірюваних фізичних величин знаходять за результатами прямих вимірювань інших фізичних величин, однорідних або неоднорідних, шляхом обчислень за відомими залежностями або після вимірювальних перетворень поза вимірювальними приладами. Результати прямих вимірювань, що є проміжними для отримання потрібних результатів вимірювань, називають *аргументами*.

За видом залежності між фізичними величинами – аргументами, що вимірюються попередньо, та шуканими фізичними величинами розрізняють опосередковані, сукупні й сумісні непрямі вимірювання.

*Опосередковане вимірювання* – непряме вимірювання однієї фізичної величини з перетворенням її роду або обчисленнями за результатами прямих вимірювань інших величин (аргументів), з якими вимірювана (шукана) фізична величина зв'язана явною функціональною залежністю.

У загальному випадку вона може бути записана так:

$$Y = F(X_1, X_2, \dots, X_m), \quad (3.2)$$

де  $X_1, X_2, \dots, X_m$  – результати прямих вимірювань  $m$  фізичних величин (аргументів).

Приклади опосередкованих вимірювань: визначення потужності  $P$  або активного опору  $R$  резистора за результатами вимірювання спаду напруги  $U$  на

Прямі та опосередковані вимірювання є найбільш розповсюдженими. Достойнством прямих вимірювань слід вважати простоту як організації вимірювального експерименту, так і одержання результатів вимірювань. Опосередковані вимірювання застосовуються тоді, коли вимірювану величину неможливо або занадто складно виміряти безпосередньо, а також у випадках, коли прямі вимірювання не забезпечують потрібної точності результатів. Значно рідше на практиці використовують сукупні і сумісні вимірювання.

[illegible]
$$X_1^{(i)}, X_2^{(i)}, \dots, X_k^{(i)}$$
 – результати безпосередніх вимірювань, що одержують

Для визначення  $m$  вимірюваних величин  $Y_1, Y_2, \dots, Y_m$  необхідно, щоб кількість рівнянь  $n$  дорівнювала або була більшою за кількість  $m$  невідомих величин  $Y_j, j = \overline{1, m}$ . Розв'язання системи (1.7) відносно кожної з вимірюваних величин  $Y_j$  являє собою функцію, тому окремий результат вимірювання величини  $Y_j$  можна розглядати як результат опосередкованого вимірювання.

*Методом безпосередньої оцінки* називають метод, в якому значення вимірюваної величини визначається безпосередньо за показувальним пристроєм вимірювального приладу прямої дії. Наприклад, вимірювання напруги вольтметром, частоти – частотоміром.

*Метод зіставлення* полягає в тому, що вимірювана величина одночасно (паралельно) зіставляється (шляхом порівняння) з рівномірною шкалою

(сіткою) значень (рівнів) однорідної зразкової фізичної величини, які задаються багатозначною нерегульованою мірою. Прикладом методу є вимірювання довжини лінійкою.

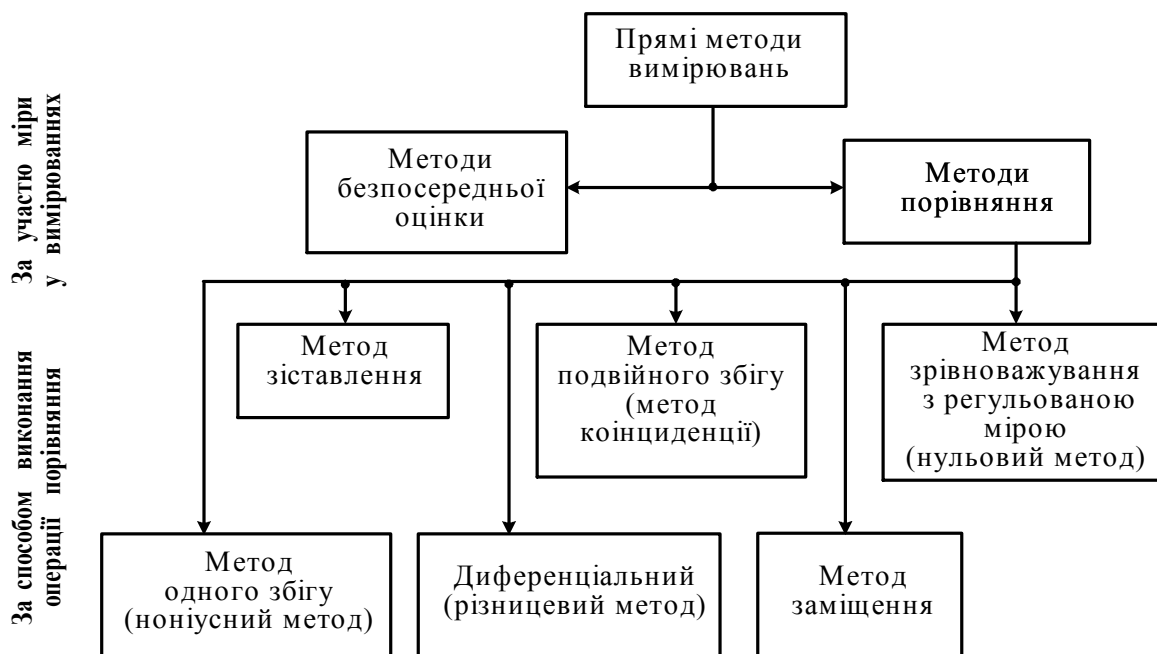


Рисунок 3.1 - Різновиди методів прямих вимірювань

Метод одного збігу (ноніусний метод) полягає в одноразовому порівнянні зразкових величин двох багатозначних нерегульованих мір  $X_{01}$  і  $X_{02}$ , які мають різні ступені  $\Delta X_{01}$  і  $\Delta X_{02}$ , а їхні нульові позначки зсунуті між собою на вимірювану величину  $X$  (або  $\Delta X$ ) (рис. 3.2). Співвідношення між ступенями  $\Delta X_{01}$  і  $\Delta X_{02}$  мір установлюється рівністю

$$\Delta X_{02} = \Delta X_{01} \left( 1 - \frac{1}{n} \right) = \Delta X_{01} \frac{n-1}{n},$$

де  $n$  – число, яке звичайно обирають кратним 10.

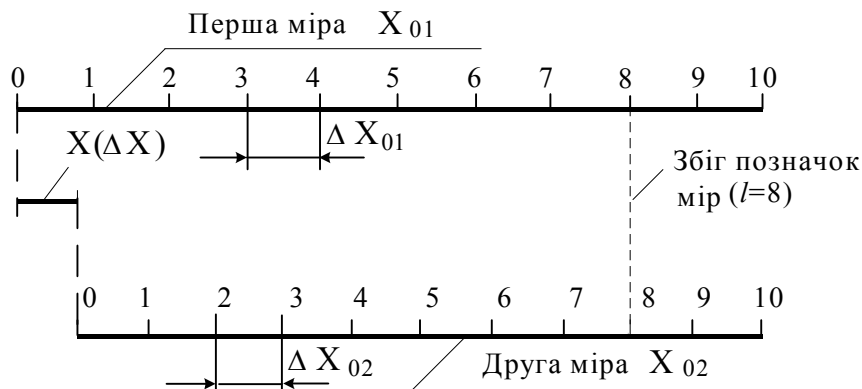


Рисунок 3.2 - До пояснення методу одного збігу (ноніусного методу)

Метод подвійного збігу (метод коінциденції) полягає в одноразовому порівнянні  $n$  зістикованих вимірюваних величин  $X$  одного і того самого розміру (рис. 3.3,а) із зразковою величиною  $X_0$ , що відтворюється багатозначною нерегульованою мірою зі ступенем  $\Delta X_0$  (рис. 3.3,б).

Результат вимірювання визначається за формулою

$$X = N \frac{\Delta X_0}{n}$$

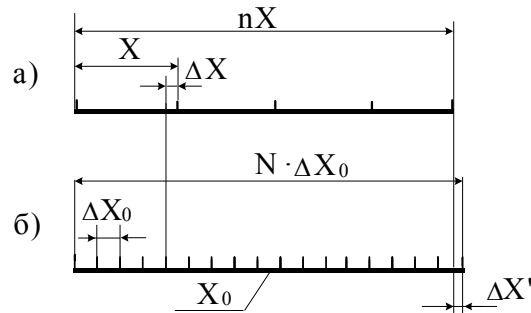


Рисунок 3.3 - До пояснення методу подвійного збігу (методу коінциденції)

Диференціальний (різницевий) метод ґрунтується на безпосередньому вимірюванні невеликої різниці розмірів  $\Delta X$  вимірюваної величини  $X$  і однорідної величини  $X_0$ , що відтворюється мірою (рис. 3.4). Тоді результат вимірювання

$$X = X_0 + \Delta X,$$

де  $\Delta X = X - X_0$  – різниця величин  $X$  та  $X_0$  на виході різницевого пристрою, яка подається на вимірювальний прилад. Диференціальний метод застосовується в тих випадках, коли розміри  $X$  і  $X_0$  є близькими.

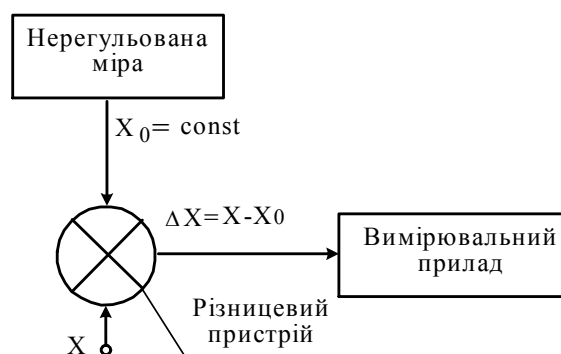


Рисунок 3.4 - До пояснення диференціального різницевого методу

Метод зрівноважування з регульованою мірою (або нульовий метод) полягає в тому, що вимірювана величина  $X$  порівнюється із зразковою величиною  $X_0$ , що відтворюється багатозначною мірою, яка регулюється до повного зрівноважування розмірів вимірюваної величини і зразкової величини

(рис. 3.5,а). Для фіксації моменту зрівноважування, тобто виконання умови  $\Delta X = X - X_0 = 0$ , на виході різницевого пристрою використовується компаратор або нуль-індикатор. Регулювання міри може здійснюватися вручну оператором за показами нуль-індикатора або автоматично (показано пунктиром).

Результат вимірювання  $X = X_0$ .

Приклади застосування методу: вимірювання маси на рівноплечих терезах із зрівноважуванням набором гир; вимірювання електричної напруги компенсатором.

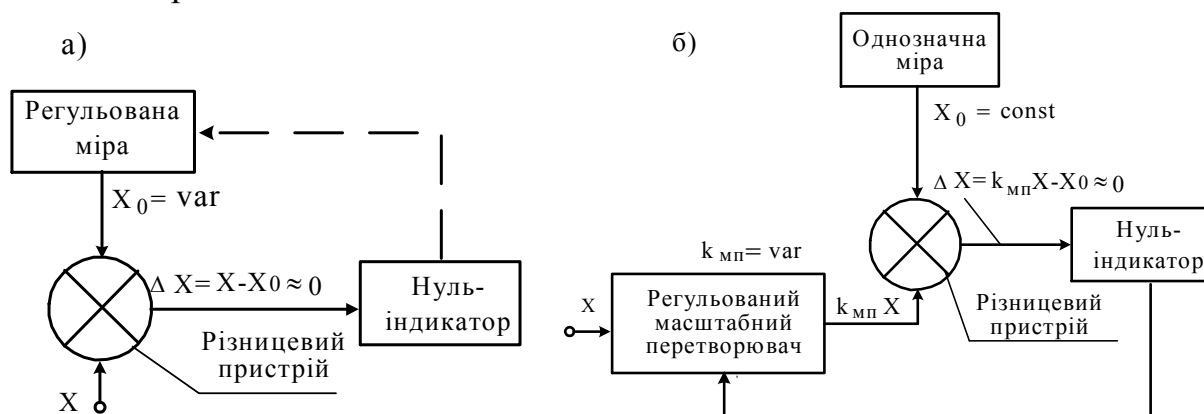


Рисунок 3. 5 - До пояснення методу зрівноважування:

а - з регульованою мірою; б - з регульованим масштабним перетворювачем

Другий варіант нульового методу (рис. 3.5,б) полягає в тому, що в процесі вимірювання використовується однозначна нерегульована міра  $X_0$  ( $X_0 = \text{const}$ ), а розмір вимірюваної величини  $X$  змінюється за допомогою регульованого масштабного вимірювального перетворювача, змінювання коефіцієнта перетворення  $k_{\text{мп}}$  якого відбувається до досягнення нульового ефекту на виході різницевого пристрою:

$$\Delta X = k_{\text{мп}} X - X_0 \approx 0.$$

Тоді результат вимірювання  $X = X_0 / k_{\text{мп}}$ .

Іноді нульовий метод розглядають як різновид диференціального методу.

*Метод заміщення* – це метод порівняння, в якому вимірювана величина  $X$  заміщується величиною  $X_0$ , що відтворюється регульованою мірою (рис. 3.6).

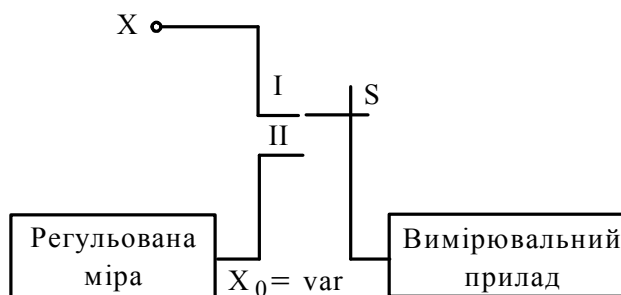


Рисунок 3.6 - До пояснення методу заміщення

Вимірювання здійснюється за два етапи. На першому етапі до входу вимірювального приладу перемикачем  $S$  (положення I) вмикається величина  $X$  і фіксується показ вимірювального приладу. На другому етапі вимірювань перемикачем  $S$  (положення II) до приладу вмикається вихід міри  $X_0$  і її регулюванням домагаються того самого показу вимірювального приладу, що й на першому етапі. Результат вимірювання одержують з відлікового пристрою міри:  $X = X_0$ . Точність методу заміщення залежить тільки від похибки міри і практично не залежить від систематичної похибки вимірювального приладу, що є суттєвим достоїнством методу заміщення. Метод використовується у ЗВТ високої точності, в тому числі в еталонах.

### **Контрольні питання**

1. Наведіть визначення методу і принципу вимірювання.
2. Наведіть і охарактеризуйте класифікацію вимірювань.
3. Які існують види вимірювань?
4. Як розділяють прямі методи вимірювань? Поясніть фізичну суть усіх різновидів прямого методу вимірювань.

## **ЛЕКЦІЯ № 4 ЗАСОБИ ВИМІРЮВАНЬ**

### **4.1 Поняття і види засобів вимірювальної техніки**

Основою технічної бази метрологічного забезпечення є засоби вимірювальної техніки. Від їх якості, конструктивного виконання і достатності залежать інші складові: структура метрологічної служби підприємств, установ та організацій, форми і методи робіт для збереження єдності вимірювань, в тому числі розвиток системи державних еталонів, порядок їх передачі зразковим і робочим засобам вимірювань, періодичність перевірки засобів вимірювання і т.і.

Засоби вимірювань дозволяють сприйняти, перетворити, при необхідності співставити з мірою і представити значення вимірюваної ФВ.

Відмінністю засобу вимірювання від інших технічних пристроїв є те, що він має нормовані метрологічні характеристики.

Засоби вимірювань – технічні засоби, які використовуються при вимірюваннях і мають нормовані метрологічні властивості.

За призначенням засоби вимірювань поділяють на групи (рис. 4.1).



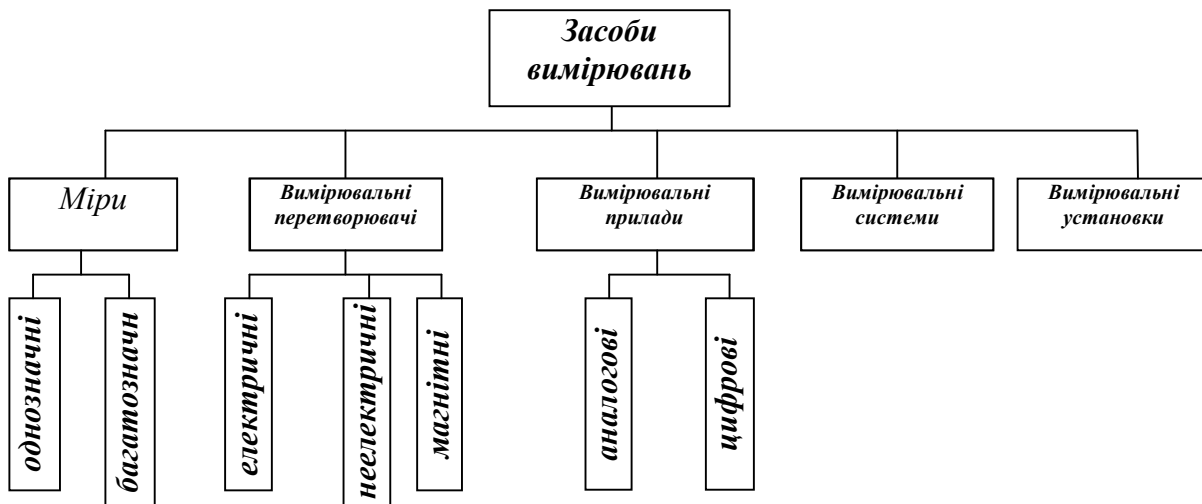


Рисунок 4.1 - Класифікація засобів вимірювань

**Міра** – засоби вимірювальної техніки, що призначенні для відтворення фізичної величини заданого розміру або ряду розмірів.

**Набір мір** – це спеціально підібраний комплекс конструктивно відокремлених мір, які можна використовувати не тільки окремо, але й у різних комбінаціях для відтворення ряду розмірів даної фізичної величини.

Розрізняють однозначні та багатозначні міри. Однозначні відтворюють одне значення ФВ (наприклад елемент живлення – значення ЕДС). Багатозначні відтворюють (плавно або дискретно) ряд значень однієї і тієї ФВ (наприклад, магазин опорів – дає ряд дискретних значень  $R$ ). Деякі міри можуть відтворювати дві ФВ.

**Вимірювальні перетворювачі** – засоби вимірювання, призначені для вироблення сигналу вимірювальної інформації в формі зручній для передачі подальшого перетворення, обробки і (або) збереження, але яка не піддається безпосередньому сприйняттю спостерігачем. Перетворюють ФВ (електричні, не електричні, магнітні) в вихідний електричний сигнал  $Y=f(X)$ . Розрізняють: первинні (датчики), проміжні (передаючі), масштабні, зворотні, порівняння і вихідні перетворювачі. До вимірювальних перетворювачів відносяться перетворювачі змінної напруги в постійну напругу; дільники струму, напруги; вимірювальні трансформатори струму і напруги; підсилювачі; компаратори; АЦП, ЦАП та інші.

**Вимірювальний прилад** – засіб вимірювальної техніки, вихідний сигнал якого придатний для безпосереднього сприймання вимірювальної інформації спостерігачем, завдяки наявності відлікового пристрою. Структурно складаються із ряду з'єднаних між собою вимірювальних перетворювачів. Вимірювальні перетворювачі і прилади об'єднують спільною назвою – **вимірювальні пристрої**.

**Вимірювальна система** – сукупність засобів вимірювання і допоміжних пристроїв, з'єднаних між собою каналами зв'язку, призначена для вироблення

сигналів вимірювальної інформації в формі, зручній для автоматичної обробки, передачі і (або) використання автоматичних системах управління.

Вимірювальну систему, в якій передбачена можливість представлення інформації оператору, називають інформаційно-вимірювальною системою (IVC). Якщо до складу IVC входить вільно програмована ЕОМ, то система називається інформаційно-обчислювальним комплексом (ІОК).

**Вимірювальна установка** – сукупність функціонально об'єднаних засобів вимірювальної техніки (мір, вимірювальних пристроїв) і допоміжних технічних засобів (стабілізуючих, перемикаючих), розташована в одному місці й призначена для одержання вимірювальних сигналів, придатних для безпосереднього сприймання вимірювальної інформації спостерігачем.

#### 4.2 Класифікація вимірювальних приладів

Серед усіх видів ЗВТ найбільшого поширення набули вимірювальні прилади. Вони різноманітні за призначенням, принципом дії, метрологічними та експлуатаційними характеристиками.

За формою вимірювальної інформації, що міститься в інформативному параметрі вихідного сигналу, вимірювальні *прилади поділяються на аналогові та цифрові*.

**Аналоговим називається прилад**, інформативний параметр вихідного сигналу якого є фізичним аналогом вимірювальної величини – інформативного параметра вхідного сигналу.

**Цифровим називається прилад**, вихідний сигнал якого цифровий, тобто містить інформацію про значення вимірювальної величини, закодовану в цифровому коді. Покази аналогових приладів також цифрові, але їх аналогові вихідні сигнали кодує в цифровому коді сам спостерігач (експериментатор) під час відліку показів, а в цифровому приладі – операції виконуються автоматично.

Вимірювальний прилад, що допускає тільки відлік показів, називається **показуючим**, а прилад, у якому передбачена автоматична фіксація вимірювальної інформації, - **реєструючим**. Залежно від виду фіксації реєструючи прилади поділяють на *самописні та друкуючі*. Самописний прилад (самописець) записує вимірювальну інформацію в аналоговій формі у вигляді діаграми, а друкуючий друкує вимірювальну інформацію в цифровій формі.

Залежно від виду значення вимірюваної величини, тобто інформативного параметра вхідного сигналу, відрізняють *прилади миттєвих та інтегральних* (середнє за модулем, середнє квадратичне) значень, а також інтегруючі та підсумовуючі прилади. **Інтегруючий прилад** інтегрує вхідний сигнал за часом або іншою незалежною змінною. **Підсумовуючим називається прилад**, покази якого функціонально пов'язані із сумою двох або декількох величин, що підводяться до нього різними каналами.

Класифікаційними ознаками вимірювальних приладів служать вимірювана величина або її одиниця, що відображаються в назві вимірювального приладу, наприклад, вологомір або гігрометр.

**Електровимірювальні прилади**, що дозволяють вимірювати дві й більше різних за фізичною природою величин, називають комбінованими приладами або мультиметрами, а прилади, що придатні для вимірювань у колах постійного і змінного струмів – універсальними приладами.

### 4.3 Еталони одиниць фізичних величин.

#### Класифікація еталонів і передавання розмірів одиниць фізичних величин

Відповідно до поділу фізичні величини цієї системи відрізняють еталони одиниць основних і похідних величин, а за точністю відтворення й призначенням - *первинні і вторинні еталони* (рис. 4.2).



Рисунок 4.2 – Узагальнена схема передачі розмірів одиниць фізичних величин

Для забезпечення єдності вимірювань необхідна тотожність одиниць, у яких проградуйовані всі засоби вимірювань однієї й тієї ж фізичної величини. Це досягається шляхом точного відтворення і збереження встановлених одиниць фізичних величин і передачі їхніх розмірів застосуванням засобам вимірювань. Французьке слово «**etalon**» означає зразок, мірило, узаконений тип чогось, ретельно виготовлену міру, прийняту як зразок.

**Еталон** є засобом вимірювання (чи комплексом засобів вимірювання), що забезпечує відтворення і збереження одиниці фізичної величини з метою передачі розміру одиниці зразковим, а від них робочим засобам вимірювання і затверджене як еталон у встановленому порядку.

Якщо еталон відтворює одиницю з найвищої в країні точністю, він **називається первинним**. Первинні еталони основних одиниць відтворюють одиницю відповідно до її визначення. Первинні еталони, а також їх різновиди – спеціальні первинні еталони, затверджують як державні еталони, що затверджуються Державним комітетом стандартів, і на кожний з них розробляється державний стандарт.

**Основне призначення еталонів** – служити матеріально-технічною базою відтворення і збереження одиниць фізичних величин. Основні одиниці Міжнародної системи одиниць (СІ) повинні відтворюватися за допомогою державних еталонів.

У метрологічній практиці широко поширені **вторинні еталони**, значення яких установлюються по первинних еталонах і які створюються і затверджуються в тих випадках, коли це необхідно для організації перевірочних робіт і для забезпечення схоронності і найменшого зносу державного еталону. По своєму метрологічному призначенню вторинні еталони поділяються на еталони – копії, еталони – порівняння, еталони – свідки і робочі еталони.

Поряд з еталонами в нашій країні широко розповсюджений клас засобів вимірювань, призначених для перевірки, які називаються зразковими засобами вимірювань.

**Зразковий засіб вимірювань** – засіб вимірювань, призначений чи застосовуваний для перевірки робочих засобів вимірювань. Зразкові засоби вимірювань у залежності від точності підрозділяються на розряди 1-й, 2-й і т.д. 1-й розряд – найвищий. Число розрядів для кожного виду засобів вимірювань установлюється державною перевірочною схемою.

Державні еталони зберігаються в метрологічних інститутах країни. Для проведення робіт з державними еталонами призначаються особливі відповідальні обличчя – учені, хранителі еталонів. Вторинні еталони використовуються як у метрологічних інститутах, так і в різних метрологічних службах великих міст, де з дозволу Держстандарту країни допускається їхнє збереження і застосування в органах відомчої метрологічної служби.

Крім національних еталонів одиниць фізичних одиниць існують **міжнародні еталони**, які зберігаються в Міжнародному бюро мір і ваг.

Програмою діяльності міжнародного бюро передбачені систематичні міжнародні звірення національних еталонів найбільших метрологічних лабораторій різних країн з міжнародними еталонами і між собою. Еталони метра і кілограма звіряються раз у 25 років, інші величини – раз у 3 роки.

#### **4.4 Показники якості засобів вимірювань**

Для засобів вимірювань, як і для будь-якого виду продукції в Україні, встановлені наступні показники якості:

- показники призначення;
- показники надійності;
- показники ощадливого використання сировини, матеріалів, палива, енергії і трудових ресурсів;
- ергономічні показники;
- естетичні показники;
- показники технологічності;
- показники транспортабельності;

- показники стандартизації й уніфікації;
- патентно-правові показники;
- екологічні показники;
- показники безпеки.

**Показники призначення** характеризують основні функції засобу вимірювання, область його застосування. Ці показники підрозділяються на три підгрупи: показники функціональної й технічної ефективності, конструктивні показники, показники складу і структури.

До показників функціональної та технічної ефективності засобів вимірювань відносяться метрологічні характеристики (межа значення, що допускається, основної й додаткової погрішності, динамічні характеристики, класи точності), показники швидкодії, рівня автоматизації процесу вимірювань, максимальна тривалість часу безупинної роботи й ін.

**Конструктивні показники засобів вимірювання** - це границя нормальних і робочих областей вимірювання значень величин, що впливають (температури навколишнього повітря, відносної вологості, атмосферного тиску і т.д.), характеристики міцності, габаритні й інші показники.

**Показники надійності** включають такі характеристики як безвідмовність, довговічність і ремонтпридатність. Показники безвідмовності оцінюють часом безупинної роботи засобів вимірювань до настання відмови. До них відносяться ймовірність безвідмовної роботи за заданий час, інтенсивність відмовлень, середній наробіток до відмовлення.

**Ергономічні показники** характеризують систему «людина – засіб вимірювання». Вони враховують комплекс гігієнічних, антропометричних, фізіологічних і психологічних властивостей людини, що виявляються у виробничих процесах. До цих показників відносяться рівні шуму, температури, відповідність конструкції вибору силовим можливостям людини й ін.

**Естетичні показники** характеризують інформаційну виразність, раціональність форми, цілісність композиції, досконалість виробничого виконання. До них відносять показники оригінальності, стильової відповідності, чіткості виконання показчиків й ін.

**Екологічні показники** – показники рівня шкідливих впливів окремих елементів засобів вимірювань на навколишнє середовище при їхній експлуатації. До екологічних показників відносяться: припустимий вміст шкідливих речовин, що викидаються в навколишнє середовище, припустима потужність електромагнітних і іонізуючих випромінювань й ін. При виборі цих показників необхідно враховувати вимоги охорони навколишнього середовища.

**Показники безпеки** характеризують середній час безпечної роботи захисних пристроїв. Показники безпеки містяться в стандартних технічних умовах і показниках якості засобів вимірювання. Так, на засобах електричних вимірювань вказуються електрична міцність ізоляції, електричний опір ізоляції, між струмоведучими ланцюгами і корпусом передбачається заземлення, знаки безпеки.

## Контрольні питання

1. Дайте визначення наступним термінам: засоби вимірювальної техніки, міра, вимірювальний прилад та система.
2. На які поділяються прилади за формою вимірювальної інформації?
3. Які прилади називаються аналоговими?
4. Які прилади називаються цифровими?
5. Які прилади називаються інтегруючими, підсумовуючими та електровимірювальними?
6. Що представляє собою «еталон»?
7. Яке основне призначення еталонів?
8. Які види еталонів ви знаєте?
9. Які показники якості встановлені для засобів вимірювання?
10. Дайте характеристику показникам призначення, показникам надійності, ергономічним, естетичним, екологічним показникам та показникам безпеки.

## ЛЕКЦІЯ № 5 ПОХИБКИ ВИМІРЮВАНЬ

### 5.1 Класифікація похибок вимірювань

При будь-яких вимірах будь-якими засобами вимірювання отримане значення фізичної величини відрізняється від його істинного значення. Це пов'язано з недосконалістю застосовуваних методів вимірювання, засобів вимірювань, мінливістю умов вимірювань тощо. Відхилення результату вимірювання від істинного значення *називається похибкою вимірювання*.

Похибки вимірювань розрізняють за такими ознаками (рис. 5.1):

- 1) за джерелом виникнення;
- 2) за закономірністю або характером змінювання (в часі або за ансамблем);
- 3) за формою або способом відображення кількісних характеристик похибки вимірювань.

Однак, відповідно до одного з постулатів метрології, істинне значення визначити неможливо і тому похибка визначається по відхиленню результату вимірювання від дійсного значення вимірюваної величини, і розраховується за формулою:

$$\Delta x = x_{\text{вим}} - x_{\text{д}}, \quad (5.1)$$

де  $\Delta x$  - похибка вимірювання;

$x_{\text{вим}}$  - обмірюване значення фізичної величини;

$x_{\text{д}}$  - дійсне значення.

При проведенні вимірювань у якості дійсного значення величини застосовують значення величини, отримане за допомогою зразкових засобів вимірювань. При багаторазових вимірах за дійсне значення звичайно,

приймають середнє арифметичне з ряду окремих вимірювань.

Похибка вимірювання, виражена в одиницях вимірюваної величини, **називається абсолютною похибкою** (тобто  $\Delta x$  по формулі (4.1)).

Однак, у більшій мірі точність засобів вимірювань характеризує відносна похибка, тобто виражене у відсотках відношення абсолютної похибки до дійсного значення вимірюваної величини:

$$\delta = \frac{\Delta}{x_0} 100\%, \quad (5.2)$$

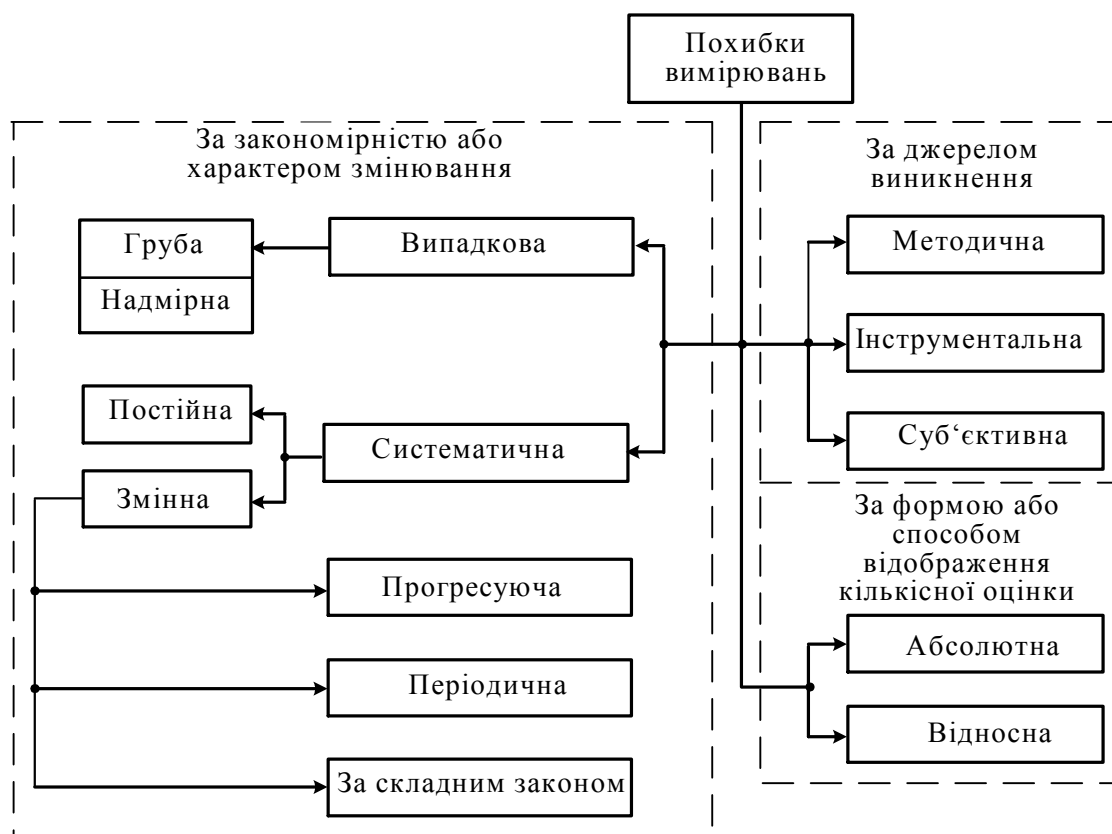


Рисунок 5.1- Класифікація похибок вимірювань

Якщо діапазон вимірювання приладу охоплює і нульове значення вимірюваної величини, то відносна похибка перетворюється у нескінченність у відповідній йому точці шкали. У цьому випадку користуються поняттям **приведеної похибки**, рівної відношенню абсолютної похибки вимірювального приладу до нормуючого значення:

$$\gamma = \frac{\Delta}{x_N} 100\%, \quad (5.3)$$

де  $x_N$  - нормуючий множник, часто дорівнює верхній межі виміру або довжині шкали в мм.

Нормуюче значення вибирається залежно від характеру шкали вимірювального приладу. Правила вибору нормуючого значення встановлюються ГОСТ.

**Похибки вимірювань можуть бути класифіковані** за наступними ознаками:

- за характером прояву - систематичні і випадкові;
- за способом вираження - абсолютні і відносні;
- за умовами зміни вимірювальної величини - статичні і динамічні;
- за способом обробки ряду вимірювань - середні арифметичні і середні квадратичні;
- за повнотою охоплення вимірювальної задачі - приватні і повні;
- стосовно одиниці фізичної величини - похибки відтворення одиниці, збереження одиниці і передачі розміру одиниці.

## **5.2 Систематичні і випадкові похибки**

**Систематична похибка вимірювання** - складова похибки результату вимірювання, що залишається постійною чи закономірно змінюється при повторних вимірах однієї і тієї ж фізичної величини.

**Систематичні похибки** можуть бути **сталими і змінними**. Змінні систематичні похибки поділяються на прогресуючі, періодичні і такі, що змінюються за складним законом.

**Прогресуючими** називають такі систематичні похибки, які постійно зростають або зменшуються. До них відносяться, наприклад, похибки внаслідок зносу безупинно тертьових чи періодично контактуючих елементів вимірювальних приладів у процесі вимірювань. Подібні похибки мають місце в процесі прогріву ламп, діодів, транзисторів і інших елементів в електричній схемі вимірювальних приладів.

**Періодичними** вважають систематичні похибки, знак і значення яких періодично змінюються. Наприклад, похибка показань вимірювального приладу з круговою шкалою і стрілкою, якщо вісь стрілки зміщена на деяку величину щодо центра шкали.

Кінцевою метою виявлення систематичних похибок є їх вилучення і врахування. Під вилученням систематичних похибок розуміють зменшення їх значень до рівня окремих невеликих складових випадкової похибки. Невилучені залишки систематичних похибок трактуються як випадкові.

Універсального способу вилучення систематичних похибок немає. Серед відомих способів найпоширенішими є такі:

- вилучення джерел похибок, переважно похибок установаження;
- попереднє визначення похибок і їх урахування шляхом введення поправок, знайдених при перевірці засобів вимірювання, включаючи поправки на додаткові похибки.

До спеціальних способів вилучення систематичних похибок належать: спосіб заміщення, спосіб компенсації похибки за знаком, спосіб



протиставлення, спосіб симетричних спостережень.

**Спосіб заміщення** полягає в тому, що спочатку на вхід вимірювального приладу подають вимірювану величину, а потім замінюють її величиною з таким відомим значенням  $x_0$ , при якому показання приладу залишаються

попередніми. Отже, невідоме значення вимірюваної величини  $X$  знаходять за відомим значенням  $x_0$ , відтвореним мірою при заміщенні.

**Спосіб компенсації** похибки за знаком полягає в тому, що дану величину вимірюють двічі, але умови вимірювання змінюють так, щоб стала систематична похибка, яка підлягає вилученню (відома за походженням, але невідома за значенням), входила в результати вимірювань з протилежними знаками. Тоді середнє арифметичне результатів стає вільним від цієї похибки.

Спосіб компенсації похибки можна використати для вилучення похибок, джерела яких мають направлену дію. Однак, якщо похибка така, що прогресує, то цей спосіб забезпечує тільки часткове її вилучення.

**Спосіб протиставлення** полягає в тому, що вимірювана величини двічі порівнюється з величиною, яка відтворюється мірою, причому перед другим порівнянням вони взаємно міняються місцями у вимірювальному колі. Результат вимірювання у вигляді середнього пропорційного між значеннями міри при першому і другому порівняннях зовсім не залежить від коефіцієнта передачі вимірювальної схеми. Тому стала систематична похибка цього коефіцієнта, яка існує при одноразовому вимірюванні, повністю вилучається.

**Випадкові похибки.** Випадкові похибки виникають внаслідок випадкових та непередбачених змін властивостей засобів і умов вимірювання та властивостей органів чуття спостерігача. Вони можуть бути зумовлені недосконалістю методу вимірювання, тобто недостатньою обґрунтованістю його теорії. Визначаються складною сукупністю причин, які трудно проаналізувати. Їх значення не можуть бути передбачені, а для всього їх загалу можна встановити закономірність лише для частоти появи їх різних значень. Присутність випадкових похибок (на відміну від систематичних) легко виявляється при повторних вимірюваннях, як деякий розкид результатів. Переважно поява випадкових похибок є стаціонарним випадковим процесом.

Якщо значення, які може набувати випадкова величина, утворюють дискретний (скінченний або нескінченний) ряд чисел, то така **випадкова величина називається дискретною**. Якщо ж значення випадкової величини заповнює цілий проміжок (скінченний або нескінченний), то **випадкову величину називають безперервною**.

Співвідношення, які встановлюють зв'язок між можливими значеннями випадкових величин і їх ймовірностями, **називають законом розподілу випадкової величини**. Закон розподілу дискретної випадкової величини задається рядом розподілу.

У залежності від причин появ систематичні похибки підрозділяються на

інструментальні, похибки методу вимірювань, суб'єктивні, похибки унаслідок відхилення умов вимірювання від установлених методиками.

**Інструментальна похибка** є наслідком ряду причин: знос деталей приладу, неточне нанесення штрихів на шкалу тощо.

**Похибка методу вимірювань** може виникнути через недосконалість методів вимірювань чи допущених його спрощень, встановлених методикою вимірювань. Наприклад, така похибка може бути обумовлена недостатньою швидкістю застосовуваних засобів вимірювань при вимірі параметрів швидкоплинних процесів.

**Суб'єктивна похибка** обумовлена індивідуальними особливостями оператора. Зустрічаються оператори, що систематично спізнюються чи випереджають зняти звіти показань засобів вимірювань. Таку похибка іноді називають особистою похибкою.

**Випадкова похибка** вимірювання це одна зі складових загальної похибки, що змінюється випадковим чином, як за знаком, так і за значенням, у серії вимірювань того самого параметра фізичної величини. **Причини випадкових похибок:** похибки округлення при знятті показань, варіація показань, зміна умов вимірювань випадкового характеру й ін., тобто таких похибок, у появі яких не спостерігається якої-небудь закономірності. Випадкові похибки неминучі і непереборні й завжди присутні в результаті вимірювання. Вони викликають розсіювання результатів при багаторазовому й досить точному вимірі однієї й тієї ж величини при незмінних умовах.

Теоретичні дослідження, підтверджені практикою, показують, що при великому числі вимірювань випадкові похибки однакового значення, але різного знаку, зустрічаються однаково часто, а великі (за абсолютним значенням) похибки зустрічаються рідше, ніж малі.

**Груба похибка** - це похибка вимірювання, яка істотно перевищує сподівану за даних умов вимірювання похибку.

Чим менші систематичні і випадкові похибки, тим вища точність вимірювання.

**Точність вимірювання** є характеристикою якості і показує близькість результатів вимірювання до істинного значення вимірюваної величини.

Кількісною оцінкою точності вимірювань є число, обернене до відносної похибки:

$$a = \frac{1}{\delta} = \frac{X}{\Delta}. \quad (5.4)$$

Характеристикою якості вимірювання, яка відображає близькість систематичної похибки до нуля, є **правильність вимірювання**. Коли систематична похибка відома, то результат можна виправити введенням поправки.

**Поправка** - значення абсолютної похибки, взятої з протилежним знаком. Вона додається до результату вимірювання, щоб вилучити систематичну похибку.

### Контрольні питання

1. Як визначається абсолютна, відносна та приведена похибки?
2. Приведіть класифікацію похибок вимірювань?
3. Дайте визначення систематичним похибкам.
4. Приведіть класифікацію систематичних похибок.
5. Які існують способи вилучення систематичних похибок? Дайте характеристику кожному способу.
6. Коли виникають випадкові похибки?
7. Що є причиною появи випадкових похибок?

## ЛЕКЦІЯ № 6 СПОСОБИ ОБРОБКИ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАНЬ.

### 6.1 Закони розподілу випадкових похибок

**Рівномірний розподіл.** Якщо похибка вимірювання може мати з однаковою ймовірністю які завгодно значення, що не виходять за деякі межі  $\pm\Delta_n$ , то така похибка описується рівномірним законом розподілу. При цьому щільність ймовірності похибки  $p(\Delta)$  є постійною всередині цього інтервалу і дорівнює нулю поза ним. Рівномірний розподіл результатів спостереження  $x$  показаний на рисунку 6.1.

Для нього щільність ймовірностей аналітично можна записати так:

$$p(X) = \begin{cases} \frac{1}{x_2 - x_1} & x_1 \leq x \leq x_2 \\ 0 & x_2 < x < x_1 \end{cases} \quad (6.1)$$

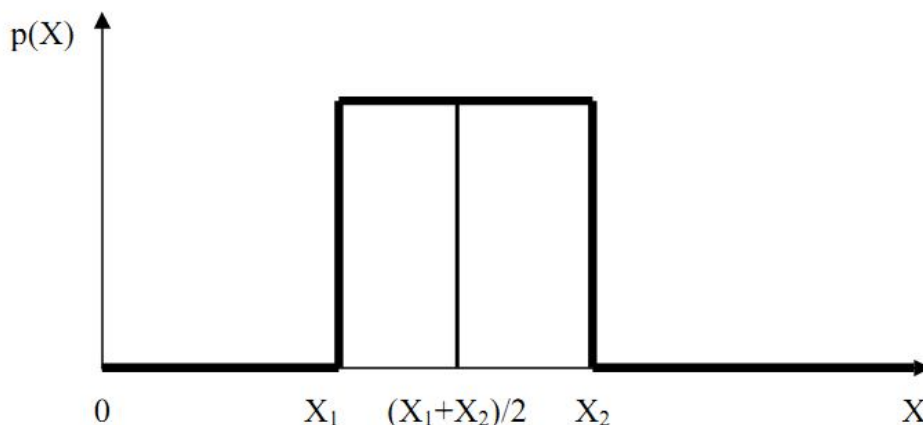


Рисунок 6.1 - Рівномірний розподіл випадкової величини

Рівномірний розподіл є безмодальним, тобто не має моди, його дисперсія і середньоквадратичне відхилення  $\sigma = \frac{x_2 - x_1}{\sqrt{3}}$ .

З таким законом розподілу добре узгоджуються похибки від тертя в опорах електромеханічних приладів, невилучені залишки систематичних похибок, похибка дискретності в цифрових приладах.

**Закон трикутного розподілу (закон Сімпсона).** Вигляд кривої трикутного розподілу маємо на рисунку 6.2. За таким законом розподілені похибки суми (різниці) двох рівномірно розподілених величин.

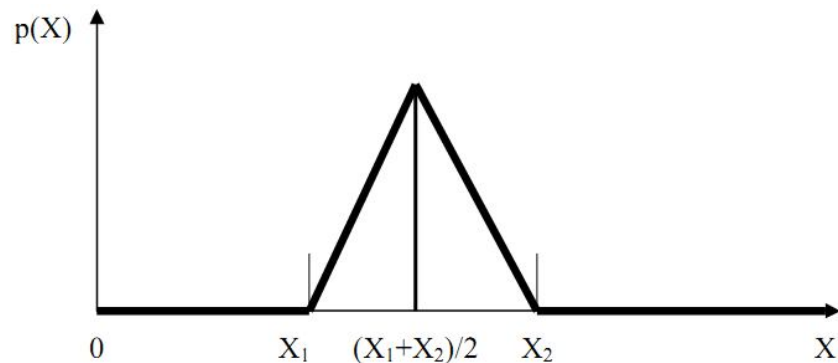


Рисунок 6.2. Диференційна функція трикутного розподілу

Щільність ймовірностей має такий аналітичний вираз:

$$p(X) = \begin{cases} 0 & x < x_1 \\ \frac{4(x - x_1)}{(x_2 - x_1)^2} & x_1 \leq x \leq \frac{x_1 + x_2}{2} \\ \frac{4(x_2 - x)}{(x_2 - x_1)^2} & \frac{x_1 + x_2}{2} \leq x \leq x_2 \\ 0 & x > x_2 \end{cases} \quad (6.2)$$

**Нормальний закон розподілу (закон розподілу Гауса).** Цей закон є одним із найпоширеніших законів розподілу похибок, що пояснюється центральною граничною теоремою теорії ймовірностей, яка твердить, що розподіл випадкових похибок буде близьким до нормального, якщо результати спостереження формуються під впливом великої кількості незалежних факторів впливу, кожний із котрих створює лише незначну дію порівняно із сумарною дією всієї решти.

Нормальний закон має такий вираз для розподілу:

$$p(X) = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x - M[x])^2}{2\sigma_x^2}}. \quad (6.3)$$

З рівняння можна зробити висновок:

- 1) щільність ймовірностей має максимум за  $x = M[x]$  ;
- 2) зі збільшенням похибки  $\Delta = x - M[x]$  незалежно від знака (функція парна) щільність ймовірності прямує до нуля;
- 3) зі збільшенням середнього квадратичного відхилення ймовірність більших відхилень зростає, тобто розміри розсіюються в широкому інтервалі.

Графічно ця функція показана на рис. 6.3 для різних значень середнього квадратичного відхилення ( $\sigma_1 < \sigma_2$ ).

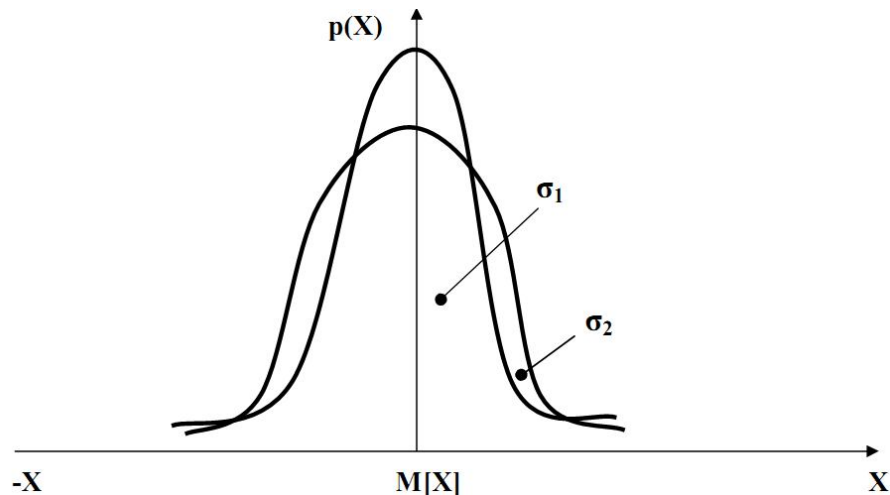


Рисунок 6.3 - Диференційна функція нормального розподілу похибок

Функція розподілу нормальної випадкової величини має такий вигляд:

$$F(X) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x \frac{(x - M[x])^2}{2\sigma_x^2} dx. \quad (6.4)$$

Крива розподілу буде змінюватися залежно від середнього квадратичного відхилення. Але якщо виразити похибку деяким числом  $t$  середніх квадратичних відхилень, то отримаємо криву нормованого розподілу з аргументом

$$t = \frac{x - M[x]}{\sigma_x}, \quad (6.5)$$

яка описується таким виразом:

$$p(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}}. \quad (6.6)$$

Як відомо цей вираз нормованої функції отриманий за умови, що

$$\int_{-\infty}^{+\infty} p(t) dt = 1.$$

## 6.2 Визначення середньої арифметичної похибки та довірчого інтервалу

**Середня арифметична похибка** - узагальнена характеристика розсіювання (внаслідок випадкових причин) окремих результатів вимірювань, що входять в серію з «n» рівноточних незалежних вимірювань, що обчислюється за формулою:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|}{n}, \quad (6.7)$$

де  $x_i$  - результат  $i$ -ого вимірювання, що входить у серію;  $\bar{x}$  - середнє арифметичне з «n» значень величини;  $|x_i - \bar{x}|$  - абсолютне значення похибки  $i$ -ого вимірювання;  $r$  - середня арифметична похибка.

Істинне значення середньої арифметичної похибки « $\rho$ » можна одержати при нескінченно великому числі вимірювань зі співвідношення:

$$\rho = \lim_{n \rightarrow \infty} r, \quad (6.8)$$

Перевага середньої арифметичної похибки - простота її обчислення. Але все-таки частіше визначають середню квадратичну похибку.

**Середня квадратична похибка окремого вимірювання** – узагальнена характеристика розсіювання (унаслідок випадкових причин) окремих результатів вимірювань, що входять у серію з «n» рівноточних вимірювань, що обчислюється за формулою:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}. \quad (6.9)$$

Статистичною межею для  $S$  за  $n \rightarrow \infty$  є величина  $\sigma$ .

$$\sigma = \lim_{n \rightarrow \infty} S. \quad (6.10)$$

У дійсності число вимірювань завжди обмежено, тому обчислюється не  $\sigma$ , а її наближене значення, яким є  $S$ . Чим більше «n», тим  $S$  ближче до своєї межі  $\sigma$ .

За числа вимірювань  $n > 30$  між середньою арифметичною ( $r$ ) і квадратичною ( $S$ ) похибками існують співвідношення:

$$S = 1,25 \cdot r; \quad r = 0,80 \cdot S.$$

За нормального закону розподілу ймовірність того, що похибка окремого вимірювання в серії не перевершить обчислену середню квадратичну похибку, невелика: 0,68. Отже, у 32 випадках зі 100 дійсна похибка може бути більше обчисленої.

**Середня квадратична похибка середнього арифметичного** – це характеристика випадкової похибки середнього арифметичного значення

результату вимірювань однієї й тієї ж величини в даному ряді вимірювань, що обчислюється за формулою:

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n \cdot (n-1)}} = \frac{S}{\sqrt{n}}. \quad (6.11)$$

З цієї формули видно, що похибка вимірювань внаслідок випадкових причин може бути зменшена в  $\sqrt{n}$  раз, якщо виконувати  $n$  вимірювань одного розміру якої-небудь величини.

**Довірчий інтервал похибки результату вимірювання** – це інтервал значень випадкової похибки, усередині якого із заданою ймовірністю знаходиться шукане (істинне) значення похибки результату вимірювань. Довірчий інтервал обчислюють для того, щоб мати велику впевненість в оцінці похибки результату вимірювань. За нормального закону розподілу довірчі границі похибки обчислюють, як  $\pm t \cdot S$  чи  $\pm t \cdot S_x \pm 1-8$ , де  $i$  - число, що залежить від довірчої імовірності  $P$  та числа вимірювань  $n$ .

Вимірювання, що містять «грубі» похибки, повинні бути відкинуті, як ті, що не заслуговують довіри. Однак, необхідно уточнити, у яких випадках такі значення повинні бути відкинуті. На практиці часто користуються простою пропозицією відкидати результати, що містять великі похибки, тобто перевищуючи  $3S$  чи  $4S$ . Однак, цей прийом не можна вважати досить строгим, тому що похибки є випадковими і тому поява похибки сама по собі не залежить від числа спостережень.

При малому числі спостережень (вимірювань) для визначення які вимірювання підлягають відкиданню, застосовують критерій В. І. Романовського, заснований на розподілі Стюдента. Нехай отримано  $n + 1$  результатів вимірювань  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ . При цьому « $n$ » значень не викликають сумнівів у відношенні відповідності їх нормальному ряду, а одне здається сумнівним у цьому ряді.

Для цього випадку визначається середньоарифметичне значення для « $n$ » спостережень і обчислюється середньоквадратичне відхилення. Далі, виходячи зі ступені вірогідності, що повинна бути забезпечена, задамося ймовірністю  $P_k$  того, що різниця  $(x_{n+1} - \bar{x})$  не перевищує деяке значення, що допускається,  $\varepsilon_k$ , яке визначається за формулою:

$$\varepsilon_k = t_k \cdot S. \quad (6.12)$$

Значення  $t_k$  для різних  $P_k$  приведені у довідниках.

Якщо  $\varepsilon_k < x_{n+1} - \bar{x}$  то вимірювання  $x_{n+1}$  підлягає виключенню з ряду, як таке, що не заслуговує довіри.

## **Контрольні питання**

1. Які закони розподілу випадкових похибок ви знаєте?
2. Як визначити середню арифметичну похибку?
3. Як визначається середня квадратична похибка окремого вимірювання та середня квадратична похибка середнього арифметичного?
4. Як визначити довірчий інтервал похибки результату вимірювання?

## **ЛЕКЦІЯ №7 МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ**

### **7.1 Мета, завдання і зміст метрологічного забезпечення технічних об'єктів**

Основною метою метрологічного забезпечення технічних об'єктів (ТО) є:

- досягнення високої якості і потрібної ефективності застосування ТО;
- підтримання технічних та експлуатаційних властивостей ТО, забезпечення високої ефективності робіт з технічного обслуговування та ремонту ТО;
- постійне підвищення ефективності науково-дослідних, дослідно-конструкторських робіт, виробництва та випробування ТО.

Метрологічне забезпечення ТО (пристроїв, приладів, агрегатів, систем, комплексів) на етапах їх життєвого циклу (розробка, виробництво, випробування, експлуатація та ремонт) вирішує низку загальних специфічних завдань.

Загальним завданням метрологічного забезпечення ТО є розробка і розвиток його наукових, технічних, нормативних та організаційних основ. Серед найважливіших конкретних завдань метрологічного забезпечення ТО слід виділити:

- цільове програмне планування метрологічного забезпечення ТО, пов'язане з розвитком науки і техніки, національної економіки;
- створення, збереження та вдосконалення еталонів і вихідних ЗВТ, стандартних зразків речовин і матеріалів;
- розробка та впровадження ефективних методів і засобів передавання розмірів одиниць вимірювань фізичних величин робочим ЗВТ, які застосовують під час контролю параметрів ТО;
- розробка, виробництво та забезпечення підприємств, організацій і установ робочими ЗВТ, які необхідні для розробки, виробництва, випробувань, експлуатації та ремонту ТО;
- обґрунтування вимог до метрологічного забезпечення ТО, що розробляються або модернізуються, та контроль за їх виконанням;
- установлення вимог до ЗВТ, які застосовують під час створення й експлуатації ТО та до нормування їхніх метрологічних і експлуатаційних характеристик;
- розробка методик вибору й обґрунтування ЗВТ, які використовуються



під час розробки, виробництва, випробувань, експлуатації та ремонту ТО;

- стандартизація, уніфікація та сертифікація ЗВТ;
- установлення оптимальних рядів ЗВТ і стандартних зразків властивостей та складу речовин і матеріалів;
- проведення державних випробувань, метрологічної атестації, повірки і калібрування ЗВТ, а також метрологічної атестації методик виконання вимірювань;
- метрологічне обслуговування ТО;
- здійснення метрологічного контролю і нагляду за станом метрологічного забезпечення ТО;
- проведення метрологічної експертизи і метрологічного супроводження розробки та експлуатації ТО;
- розробка методик аналізу й оцінки рівня стану метрологічного забезпечення ТО та їх проведення;
- розробка і впровадження нормативних документів щодо забезпечення єдності вимірювань, у тому числі й метрологічного забезпечення ТО;
- нагляд за станом ЗВТ, за дотриманням термінів їх повірки і ремонту;
- нагляд за правильним застосуванням ЗВТ при технічному обслуговуванні ТО в процесі їх експлуатації;
- розробка при необхідності методів і методик повірки ЗВТ, умонтованих у технічні об'єкти;
- заміна морально застарілих ЗВТ новими типами ЗВТ, які випускаються промисловістю.

Ефективна організація метрологічного забезпечення на всіх етапах створення і експлуатації ТО, особливо тих, що відрізняються конструктивною складністю і важливістю вирішуваних завдань, є найзначнішою умовою досягнення високих показників якості (в тому числі надійності) цих об'єктів. Недооцінка метрологічного забезпечення ТО, де б вона не допускалась, призводить до зниження якості об'єктів, зростання експлуатаційних витрат, порушення правил їх експлуатації і навіть до аварійних ситуацій.

З метою підвищення якості метрологічного забезпечення ТО і потрібної точності вимірювань їх параметрів, правильного і раціонального вибору методів вимірювань та контролю ЗВТ проводиться метрологічна експертиза.

Під *метрологічною експертизою* розуміють поглиблений (експертний) контроль і оцінку правильності прийнятих рішень з метрологічного забезпечення технічних об'єктів при їх проектуванні, виробництві, випробуваннях і експлуатації.

Основним змістом метрологічної експертизи є оцінка єдності та вірогідності вимірювань і контролю параметрів технічних об'єктів.

Метрологічне забезпечення ТО має законодавчі, наукові, нормативні, технічні та організаційні основи.

*Законодавчою основою метрологічного забезпечення ТО є закони України, укази Президента України, декрети та постанови Кабінету Міністрів України, які спрямовані на забезпечення єдності вимірювань у державі.*

*Науковою основою метрологічного забезпечення ТО є метрологія.*

Головні наукові завдання сучасної метрології:

- розвиток загальної теорії метрології та вимірювальної техніки, теорії похибок вимірювань і методів обробки результатів вимірювань;
- подальше підвищення точності відтворення, зберігання і передавання розмірів одиниць вимірювань ФВ;
- розширення номенклатури вимірюваних ФВ, підвищення точності і розширення діапазонів їх вимірювань;
- розробка методів оцінки адекватності фізичних моделей об'єктів вимірювань реальним об'єктам;
- розробка методів оптимізації систем передавання розмірів одиниць вимірювань ФВ;
- підвищення ефективності метрологічного забезпечення вимірювань у країні та розробка методів її оцінки.

*Нормативною основою метрологічного забезпечення ТО є державні та галузеві стандарти, доповнення до них, інші нормативні документи державної системи забезпечення єдності вимірювань, системи загальних технічних вимог до різних видів ТО, системи їх розробки, постановки на виробництво і контролю якості.*

Таким чином, законодавчі та нормативні основи (їх іноді об'єднують поняттям «правові основи») метрологічного забезпечення ТО складають комплекс взаємозв'язаних і взаємообумовлених загальних правил, вимог і норм, а також інші питання, які потребують регламентації і контролю з боку держави, направлені на забезпечення єдності вимірювань. Загальні правила і норми метрологічного забезпечення встановлюються державним стандартом України (ДСТУ).

*Стандарти* – це комплекс нормативно-технічних документів, що встановлюють єдину номенклатуру взаємозв'язаних правил, положень, вимог і норм, які визначають організацію і методику проведення робіт для оцінки та забезпечення єдності вимірювань у країні.

Основні об'єкти стандартизації в галузі метрологічного забезпечення:

- терміни і визначення метрології та вимірювальної техніки;
- одиниці вимірювань фізичних величин; державні еталони і повірочні схеми; методи і засоби передавання розмірів одиниць вимірювань фізичних величин; методи та засоби атестації, повірки і калібрування ЗВТ;
- номенклатура нормованих метрологічних характеристик ЗВТ; норми точності вимірювань; методики виконання вимірювань; способи відображення та форми подання результатів вимірювань і показників точності вимірювань;

методи нормування та оцінки показників точності вимірювань і метрологічних характеристик ЗВТ; вимоги до стандартних зразків властивостей, складу речовин і матеріалів;

- організація і порядок проведення державних випробувань, метрологічної атестації, повірки і калібрування ЗВТ, метрологічної експертизи нормативно-технічної, проектної, конструкторської та технологічної документації, експертизи і атестації даних про властивості речовин і матеріалів; порядок затвердження типів ЗВТ;

- вимоги до метрологічного забезпечення ТО та методи оцінки його ефективності.

До ДСТУ, крім основних стандартів, входять також частинні державні стандарти на державні еталони й державні повірочні схеми, на методики повірки, калібрування й атестації ЗВТ, на норми точності для окремих видів вимірювань і на типові методики виконання вимірювань.

До системи забезпечення єдності вимірювань органічно входить й інша нормативно-технічна документація, зокрема методичні вказівки, інструкції, правила, типові положення Держстандарту та методики метрологічних інститутів.

Відомча нормативно-технічна документація (галузеві стандарти, стандарти підприємств, галузеві керівні документи з метрологічного забезпечення) розробляється за ДСТУ з урахуванням особливостей характеру роботи відомств і окремих підприємств.

*Технічну основу метрологічного забезпечення ТО складають:*

- системи відтворення, зберігання і передавання розмірів одиниць вимірювань фізичних величин, у тому числі еталони і зразкові ЗВТ;
- робочі ЗВТ, які використовують під час розробки, виробництва, випробування, експлуатації та ремонту ТО;
- система державних випробувань ЗВТ;
- система метрологічної атестації, калібрування і повірки ЗВТ;
- система стандартних довідкових даних про фізичні константи і властивості речовин і матеріалів;
- система стандартних зразків.

*Організаційною основою метрологічного забезпечення ТО є державна та територіальні метрологічні служби, в тому числі підприємств, організацій і установ, які займаються розробкою, виробництвом і ремонтом ТО.*

## **7.2 Відомчі метрологічні служби**

До відомчих метрологічних служб, згідно з ДСТУ 26-94 «Метрологічне забезпечення: основні положення», належать:

- підрозділи міністерств (відомств), на які покладені функції метрологічної служби;
- метрологічні служби об'єднань підприємств;

– метрологічні служби, інші підрозділи, посадові особи в підприємствах і організаціях, незалежно від форм власності, на які в установленому порядку покладені роботи з метрологічного забезпечення.

Роботи з метрологічного забезпечення на підприємствах і організаціях відносять до основних видів робіт.

Права та обов'язки відомчих метрологічних служб визначаються їх керівниками за узгодженнями з відповідними органами ДМС.

Розглянемо функції відомчих МС.

Підрозділи міністерств (відомств), які виконують функції метрологічної служби, здійснюють наступні функції:

– визначення основних напрямів розвитку робіт з метрологічного забезпечення розробки, виробництва, випробувань і експлуатації продукції на підпорядкованих підприємствах та організаціях;

– аналіз стану вимірювань на підпорядкованих підприємствах та організаціях;

– установлення раціональної номенклатури ЗВТ, що використовуються;

– розробка та впровадження державних і галузевих стандартів з питань метрологічного забезпечення;

– розвиток відомчої метрологічної служби, координацію діяльності головних і базових організацій МС;

– організацію розробки та виробництва зразкових ЗВТ, необхідних для повірки ЗВТ, що випускаються;

– організацію проведення робіт, необхідних для забезпечення єдності та потрібної точності вимірювань на підпорядкованих підприємствах та організаціях, у тому числі відомчої повірки, калібрування та метрологічної атестації ЗВТ;

– організацію та проведення відомчого метрологічного контролю;

– організацію підготовки та підвищення кваліфікації кадрів у галузі метрології;

– роботи з міжнародного співробітництва в галузі метрології.

Метрологічні служби, інші підрозділи, посадові особи в об'єднаннях підприємств, підприємствах і організаціях, незалежно від форм власності, на яких в установленому порядку покладені роботи з метрологічного забезпечення, здійснюють наступні функції:

– роботи із забезпечення єдності та потрібної точності вимірювань, підвищення рівня метрологічного забезпечення;

– аналіз стану вимірювань;

– створення та впровадження сучасних ЗВТ і методів вимірювань;

– розробку та атестацію методик виконання вимірювань;

– метрологічну атестацію ЗВТ;

– метрологічну експертизу технічних завдань, проектної, конструкторської,

технологічної документації, проектів стандартів та інших нормативних документів, методик виконання вимірювань;

- відомчий метрологічний контроль за розробкою, виробництвом, станом, застосуванням, ремонтом і збереженням ЗВТ, за впровадженням та додержанням метрологічних норм і правил;

- організацію та проведення повірки, калібрування та ремонту ЗВТ, що знаходяться в експлуатації;

- упровадження державних і галузевих стандартів з питань метрологічного забезпечення;

- розробка та впровадження стандартів підприємств та інших документів, що регламентують питання метрологічного забезпечення розробки, виробництва, випробувань та експлуатації продукції;

- оцінювання метрологічних характеристик ЗВТ і характеристик похибок методик виконання вимірювань.

Керівники підприємств та організацій незалежно від форм власності несуть відповідальність за стан метрологічного забезпечення та виконання метрологічних норм і правил на цих підприємствах та організаціях, а громадяни-суб'єкти підприємницької діяльності - у здійснюваній ними діяльності.

### **7.3 Державна метрологічна атестація, повірка та калібрування засобів вимірювальної техніки**

#### **7.3.1. Державна метрологічна атестація засобів вимірювальної техніки**

Засоби вимірювальної техніки, які не підлягають державним приймальним випробуванням і на які не поширюється державний метрологічний нагляд, підлягають державній метрологічній атестації.

*Метрологічна атестація ЗВТ* – це дослідження ЗВТ з метою визначення їхніх метрологічних характеристик і встановлення придатності цих засобів до застосування.

Завданнями метрологічної атестації ЗВТ є:

- визначення та встановлення відповідності метрологічних характеристик ЗВТ вимогам технічного завдання (ТЗ) на розробку та іншим НД, що розповсюджуються на відповідні ЗВТ;

- перевірка правильності вибору методів і засобів повірки ЗВТ, наведених в експлуатаційній документації;

- практичне випробування методики повірки;

- встановлення придатності ЗВТ до застосування.

Державну метрологічну атестацію проводять метрологічні центри і територіальні органи ДСУ, акредитовані на право проведення державних випробувань чи повірки ЗВТ. Відповідно розрізняють державну метрологічну

атестацію ЗВТ і метрологічну атестацію ЗВТ. Державна МС проводить атестацію:

- ЗВТ, що застосовуються у сфері поширення державного метрологічного нагляду;
- інших ЗВТ, за відсутністю зразкових ЗВТ чи умов для виконання цієї роботи територіальними органами.
- У всіх інших випадках метрологічну атестацію проводять територіальні органи.

Виконання робіт з метрологічної атестації здійснюється структурним підрозділом територіального органу (наукової метрологічної організації) Держстандарту або структурним підрозділом відомчої МС, акредитованими на право проведення таких робіт.

Рішення про придатність до експлуатації ЗВТ, призначених до застосування у сфері поширення державного метрологічного нагляду, приймається на підставі результату метрологічної атестації керівником організації (підприємства), що проводила атестацію. В інших випадках рішення приймається керівником підприємства (організації), що розробило чи застосувало ЗВТ за поданням МС, яка проводила метрологічну атестацію.

При позитивних результатах метрологічної атестації оформлюється свідоцтво за встановленою формою, яке зберігається на весь період експлуатації відповідного ЗВТ. При негативних результатах метрологічної атестації оформлюється протокол, в який вносять одержані результати, зауваження та висновки про непридатність ЗВТ до застосування з необхідним обґрунтуванням.

Метрологічну атестацію та оформлення її результатів проводять у порядку, встановленому відповідним ДСТУ.

### **7.3.2. *Повірка засобів вимірювальної техніки***

*Повірка ЗВТ* – це встановлення або підтвердження придатності засобів вимірювальної техніки до застосування.

Повірці підлягають:

- ЗВТ, які перебувають в експлуатації, випускаються з виробництва та надходять у продаж, видаються напрокат і на які поширюється державний метрологічний нагляд;
- робочі еталони, що є власністю метрологічних центрів та територіальних органів ДСУ;
- вихідні еталони, що є власністю підприємств і організацій;
- ЗВТ, що застосовуються під час державних випробувань, державної метрологічної атестації та повірки ЗВТ.

Перелік ЗВТ, що перебувають в експлуатації та підлягають повірці, складається їх користувачем і подається для узгодження до територіального органу ДСУ.

Порядок складання цих переліків визначається ДСУ.

Повірка ЗВТ проводиться територіальними органами ДСУ, акредитованими на право її проведення.

Повірка здійснюється службовими особами територіальних органів ДСУ – державними повірниками, які атестуються в порядку, встановленому ДСУ. Вони зобов'язані проводити повірку з додержанням вимог відповідних нормативних документів з метрології.

Повірка ЗВТ з використанням державних еталонів проводиться метрологічними центрами ДСУ.

Повірку ЗВТ під час експлуатації, випуску з виробництва і ремонту можуть виконувати метрологічні служби підприємств і організацій, акредитовані на право проведення цієї повірки. За порушення умов і правил проведення повірки ЗВТ керівники відповідних підприємств і організацій несуть відповідальність згідно з законодавством.

Порядок оформлення результатів повірки встановлюється ДСУ.

Місцеві органи виконавчої влади повинні сприяти проведенню повірки ЗВТ на місцях їх експлуатації, у тому числі:

- надавати відповідні приміщення;
- забезпечувати допоміжним персоналом і транспортом;
- повідомляти власників і користувачів ЗВТ про час і місце проведення повірки.

ЗВТ визнають придатними до застосування протягом міжповірочного інтервалу, якщо результати повірки підтверджують їхню відповідність метрологічним і технічним вимогам до даного ЗВТ, установленим у нормативних документах чи технічній документації.

*Міжповірочний інтервал* – це проміжок часу між повірками, встановлений таким чином, щоб забезпечити придатність ЗВТ до застосування протягом цього періоду. Він встановлюється при затвердженні типу або при метрологічній атестації ЗВТ.

За способом визначення метрологічних характеристик ЗВТ розрізняють комплектну, поелементну і вибірккову повірку.

*Комплектна повірка ЗВТ* – це повірка, під час якої метрологічні характеристики ЗВТ визначають як для єдиного цілого без визначення метрологічних характеристик окремих їх частин.

*Поелементна повірка ЗВТ* – це повірка, під час якої метрологічні характеристики ЗВТ визначають за метрологічними характеристиками їх окремих частин.

*Вибіркова повірка ЗВТ* – це повірка групи ЗВТ, відібраних у партії установленим чином, за результатами якої визначається придатність усієї партії.

За терміном повірки ЗВТ розрізняють первинну, періодичну, позачергову,

інспекційну та експертну повірку.

*Первинна повірка ЗВТ* – це повірка, що виконується вперше після виготовлення ЗВТ або після ремонту, а також при імпорті партіями за відсутності угод про призначення результатів повірки, проведених в інших країнах.

*Періодична повірка ЗВТ* – це повірка ЗВТ, які знаходяться в експлуатації (або призначені для продажу та прокату), через установлений інтервал часу (міжповірочний інтервал).

*Позачергова повірка ЗВТ* – це повірка ЗВТ, що виконується до терміну чергової періодичної повірки (до закінчення міжповірочного інтервалу).

*Інспекційна повірка ЗВТ* – це повірка ЗВТ, що проводиться з метою перевірки придатності ЗВТ до застосування при здійсненні державного метрологічного нагляду.

Результати метрологічної атестації, повірки і калібрування оформлюються в установленому Держстандартом порядку і дійсні на всій території України.

*Експертна повірка ЗВТ* – це повірка, що проводиться у випадку виникнення спірних питань щодо метрологічних характеристик і придатності ЗВТ до застосування.

Повірка виконується за повірочними схемами.

*Повірочна схема* – це нормативний документ, що регламентує метрологічну підпорядкованість ЗВТ, які беруть участь у передаванні розміру одиниці вимірювань (фізичної величини) від еталону або вихідного зразкового ЗВТ до інших ЗВТ з установленням методів і похибок передавання.

Позитивні результати повірки ЗВТ засвідчуються відбитком повірочного тавра та (або) свідоцтвом про повірку за встановленою формою. Відбиток повірочного тавра ставиться на ЗВТ та (або) на експлуатаційну документацію. В тому випадку, коли доступ до вимірювального механізму ЗВТ опломбовується, відбиток повірочного тавра ставиться на пломбу.

*Повірочне тавро* – це знак установленної форми, що наносять на ЗВТ, які визнані придатними для застосування за результатами їхньої повірки.

Якщо за результатами повірки ЗВТ визнається непридатним до застосування, орган МС видає довідку про непридатність ЗВТ та гасить попереднє тавро.

У тих випадках, коли відбиток повірочного тавра чи пломби пошкоджені або свідоцтво про повірку втрачено, ЗВТ вважається неповіреним.

### **7.3.3. Калібрування засобів вимірювальної техніки**

*Калібрування ЗВТ* – це визначення в певних умовах або контроль метрологічних характеристик ЗВТ, на які не поширюється державний метрологічний нагляд.



Калібруванню підлягають ЗВТ під час випуску з виробництва, які повинні пройти державні приймальні випробування і на які не поширюється державний метрологічний нагляд.

Необхідність проведення калібрування при експлуатації ЗВТ, на які не поширюється державний метрологічний нагляд, визначається їх користувачем.

Калібрувальні лабораторії, які проводять калібрування ЗВТ для інших підприємств і для громадян – суб'єктів підприємницької діяльності, повинні бути акредитовані.

Калібрування та оформлення їх результатів проводяться в порядку, встановленому ДСУ.

### Контрольні питання

1. Завдання та функції державної метрологічної системи.
2. Склад і завдання метрологічної служби України.
3. Мета та об'єкти державного метрологічного контролю і нагляду.
4. Мета та об'єкти метрологічного нагляду і метрологічного контролю.
6. Визначення і завдання метрологічної атестації.
7. Визначення, об'єкти і види повірок ЗВТ.
8. Визначення і об'єкти калібрування ЗВТ.
9. Мета і порядок проведення акредитації на право здійснення різних видів метрологічної діяльності.
10. Законодавчі вимоги до застосування ЗВТ, вимірювань і результатів вимірювань.
11. Мета, завдання і зміст метрологічного забезпечення технічних об'єктів.

## ЛЕКЦІЯ №8 ГІГІЄНИЧНИЙ ЛАБОРАТОРНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА І ОСНОВНІ МЕТОДИ

### 8.1 Інструментальні методи аналізу

В інструментальних методах аналізу широко застосовуються фізико-хімічні методи, які ґрунтуються на використанні фізико-хімічних властивостей досліджуваних речовин.

Дані методи аналізу мають такі переваги:

**Селективність.** Деякими методами (спектральними, полярографічними, мас-спектрометричними, хроматографічними та ін.) можна одночасно визначати якісно і кількісно десятки компонентів.

**Експресність** - висока швидкість виконання аналізу. Для проведення аналізу фізико-хімічними методами в ряді випадків потрібно декілька хвилин.

**Границя виявлення нижча**, ніж у хімічних методів. Фізико-хімічними методами можна проводити аналіз при дуже малих вмістах тих чи інших компонентів –  $10^{-4}$ – $10^{-5}$  % і менше. Хімічними методами –  $10^{-1}$ – $10^{-2}$  %.

**Фізико-хімічні методи легко автоматизуються**, що дозволяє проводити у виробничих умовах автоматичний контроль технологічних процесів і їх автоматичне регулювання.

В основі класифікації фізико-хімічних методів аналізу покладені фізичні властивості. Ці методи класифікують за видом фізико-хімічних явищ, які лежать в їх основі.

**1) Оптичні методи** ґрунтуються на вимірюванні оптичних властивостей розчинів речовин. До них відносять:

- **фото-колориметрія** – метод, в основі якого лежить вимірювання поглинання немонохроматичного світла, яке проходить крізь розчин за допомогою фотоелектроколориметрів;

- **спектрофотометрія** – метод, аналіз в якому здійснюють по поглинанню речовинами монохроматичного випромінювання у видимій, УФ- та ІЧ-областях спектра;

- **нефелометрія** – метод, оснований на вимірюванні кількості світла, розсіяного частинками суспензії.

- **рефрактометрія** – метод, заснований на вимірюванні показника заломлення світла речовиною.

- **поляриметрія** – метод, в основі якого лежить вимірювання кута обертання площини поляризації поляризованого світла, що пройшло через оптично активне середовище;

- **люмінесценція** – метод, оснований на вимірюванні інтенсивності люмінесценсії (свічення, яке виникає при впливі на деякі речовини електромагнітного випромінювання).

**2) В основі електрохімічних методів** лежить вимірювання електрохімічних властивостей речовин, це:

- **полярографія** – метод, в основі якого лежать процеси поляризації, що проходять на мікроелектроді і одержання поляризаційних кривих, які описують залежність сили струму від напруги;

- **кондуктометрія** – метод, оснований на вимірюванні електропровідності досліджуваного розчину в залежності від концентрації;

- **потенціометрія** – метод, в основі якого лежить використання залежності електрорушійної сили гальванічного елемента від концентрації речовини;

- **кулонометрія** – метод, заснований на використанні залежності кількості електрики, що витрачено на проведення електрохімічної реакції з досліджуваною речовиною, від її концентрації в розчині.

**3) Хроматографічні методи** базуються на різній здатності досліджуваних речовин адсорбуватися на певному виді адсорбентів. До них належать паперова, тонкошарова, газова, газорідинна та рідинна хроматографії.

### 8.1.1 Колориметрія

**Колориметрія** — це метод кількісного аналізу, що ґрунтується на візуальному порівнянні інтенсивності забарвлення розчину досліджуваної речовини з розчином відомої концентрації цієї самої речовини. Розчин з точно відомою концентрацією, який застосовують для порівняння, називають **стандартним** або **еталонним** розчином.

Існують два основні методи колориметрії:

1) Порівняння інтенсивності досліджуваного й стандартного розчинів, які досліджуються в шарах однакової товщини. Використання цього методу пов'язано з дуже простою апаратурою і не вимагає виконання закону Бугера-Ламберта-Бера. Вимірювання можуть проводитись за допомогою таких операцій:

- забарвлену пробу і стандарт розбавляють в посудинах однакового діаметру до однакового забарвлення;

- урівнюють забарвлення досліджуваного забарвленого розчину з розчином, що містить всі речовини, за виключенням аналізованої, додаючи до нього розчин цієї речовини з відомою концентрацією (колориметричне титрування);

- готують набір стандартів з різною концентрацією речовини і підбирають співпадання забарвлення проби і одного із стандартів (метод стандартних серій).

2) Вимірювання інтенсивностей забарвлення досліджуваного й стандартного розчинів за допомогою застосування зміни товщини поглинаючих шарів.

Цей метод полягає на використанні закону Бугера-Ламберта-Бера, із якого випливає, що  $C_x/C_0 = I_0/I_x$ , де  $C_0$  і  $C_x$  — концентрації стандартного й досліджуваного розчину;  $I_0$  і  $I_x$  — відповідна товщина шарів, що поглинаються.

Для вимірювання за цим методом використовують візуальні колориметри, серед яких найбільш поширений колориметр типу Дюбоска. В цьому приладі світло, яке відбивається дзеркалом, ділиться на два пучки. Один пучок проходить через досліджуваний, а другий - через стандартний розчин. За допомогою простої оптичної схеми обидва пучки фокусуються на дві різні половини оптичного поля окуляра. Кювети досліджуваного і стандартного розчинів мають два прозорі стрижні, з допомогою яких можна змінювати товщину поглинаючих шарів до вирівнювання освітленості обидвох половинок оптичного поля, що відповідає вирівнюванню інтенсивностей забарвлення цих розчинів.

Розрахунок концентрацій проводять за формулою:

$$C_x = \frac{C_0 \times I_0}{I_x}.$$

Відносна похибка колориметричних вимірювань становить 2 – 5%.

### 8.1.2 Фото-колориметрія

У 1862 р. А. Бер встановив зв'язок між інтенсивністю потоку світла та концентрацією речовини в розчині, який полягає в тому, **що поглинання світла прямо пропорційне кількості частинок (концентрації) речовини і товщині шару розчину, крізь яку проходить світло.**

Ця залежність відома під назвою **закону Бугера—Ламберта—Бера** і є основним законом поглинання світла розчинами. Ступінь поглинання світла знаходиться в прямій залежності від концентрації забарвленого компонента і від товщини забарвленого шару.

В інтегральній формі цей закон виражають таким рівнянням:

$$I = I_0 \cdot 10^{-\varepsilon C l}$$

де  $I$  - інтенсивність світлового потоку, що пройшов через розчин;

$I_0$  - інтенсивність падаючого світла;

$\varepsilon$  - коефіцієнт поглинання – постійна величина, характерна для кожної речовини і залежить від її природи;

$C$  - концентрація забарвленої речовини в розчині, моль/дм<sup>3</sup>;

$l$  - товщина кювети, см.

Поглинання світла виражають величиною абсорбційності або оптичною густиною  $D$ :

$$D = \lg \frac{I_0}{I}$$

Якщо прологарифмувати рівняння закону Бугера-Ламберта-Бера і змінити знаки на обернені, то рівняння набирає вигляд:

$$\lg \frac{I_0}{I} = \varepsilon C l = D$$

Із цього рівняння видно, що оптична густина розчину прямо пропорційна концентрації забарвленої речовини й товщині шару розчину.

Таким чином, щоб виміряти концентрацію ( $C$ ) забарвленого розчину, необхідно визначити його оптичну густина, тобто інтенсивність світлового потоку.

Коефіцієнт пропорційності  $\varepsilon$  — це показник поглинання розчину з концентрацією і товщиною шару, що дорівнюють одиниці, є характерним фізико-хімічним параметром для кожної забарвленої речовини, залежить від природи розчиненої речовини і є функцією довжини хвилі. Для вибору найсприятливішої довжини хвилі, при якій слід проводити вимірювання будують криву світло-поглинання (залежність довжини хвилі від оптичної густини, по максимуму вибирають довжину хвилі для досліджень).

Якщо концентрація розчиненої речовини становить 1 моль/дм<sup>3</sup>, то показник поглинання розчину за товщини шару розчину, що дорівнює 1 см, називають **молярним коефіцієнтом поглинання** і позначають  $\varepsilon$ . Він є мірою

здатності речовини вбирати світло певної довжини хвилі, залежить від її природи і дає можливість оцінити чутливість фотометричних методів. Величину молярного коефіцієнта поглинання обчислюють за результатами вимірювання оптичної густини розчину за даної довжини хвилі:

$$\varepsilon_{\lambda} = \frac{D_{\lambda}}{Cl}$$

Оптичну густину розчину з масовою часткою розчиненої речовини, що дорівнює 1 % за товщини шару розчину 1 см, називають **питомим коефіцієнтом поглинання** і позначають  $E^{1\%}_{1\text{ см}}$ . Його обчислюють за формулою:

$$\varepsilon = E^{1\%}_{1\text{ см}} \frac{M}{10}.$$

Таким чином, **оптична густина розчину залежить від концентрації речовини, її природи і товщини шару розчину, крізь який проходить світло.**

Важливим чинником у фотометрії, що впливає на чутливість визначення оптичної густини розчину, є правильний вибір світлофільтра. Світлофільтр вибирають так, щоб його максимум пропускання збігався зі спектральною ділянкою максимального поглинання променів забарвленим розчином. Іншими словами, світлофільтр повинен максимально пропускати тільки ту ділянку спектра, яка поглинається розчином досліджуваної речовини.

Із закону Бугера—Ламберта—Бера випливає, що для однієї й тієї самої речовини за однакової оптичної густини розчинів їх концентрації обернено пропорційні товщинам шару розчинів, що поглинають світло. Наприклад, якщо  $D_1 = \varepsilon l_1 C_1$ , а  $D_2 = \varepsilon l_2 C_2$  і  $D_1 = D_2$ , то  $\varepsilon l_1 C_1 = \varepsilon l_2 C_2$ . Після скорочення дістанемо вираз:

$$l_1/l_2 = C_1/C_2.$$

Отже, **за однакової інтенсивності забарвлення двох розчинів однієї й тієї самої речовини концентрації розчинів обернено пропорційні товщині шару рідин.**

### 8.1.3 Вимоги до кольорових реакцій

В основі фото-колориметрії, як зазначалося вище, лежать реакції утворення або руйнування сполук, здатних поглинати світло у видимій ділянці спектра.

Необхідною умовою застосування цього методу для аналізу безбарвних речовин у видимій ділянці спектра є переведення їх у забарвлені сполуки. З цією метою застосовують різні хімічні реакції — окиснення, відновлення, комплексоутворення тощо.

Усі кольорові реакції, які застосовують у фотометрії, повинні відповідати таким вимогам:

- утворення забарвленої сполуки має відбуватися з великою швидкістю;
- одержана сполука повинна мати сталий склад і достатньо інтенсивне забарвлення;
- забарвлення має бути стійким і не руйнуватися під дією світла;
- інтенсивність забарвлення розчину має підпорядковуватися закону Бугера—Ламберта—Бера.

Під час приготування забарвлених розчинів для фотометричних вимірювань слід дотримуватися таких правил:

- До стандартного і досліджуваного розчинів додають однакові реактиви в тій самій послідовності і в однакових кількостях.
- Забарвлені розчини, як стандартний, так і досліджуваний, готують одночасно.
- Об'єми стандартного й досліджуваного розчинів мають бути однаковими.
- Забарвлення досліджуваного й стандартного розчинів порівнюють за однакових умов.

Визначення у фото-колориметрії ведуть за схемою:

1. Готують серію стандартних розчинів.
2. Підбирають кювети й світлофільтр.
3. Вимірюють оптичну густину всіх стандартних розчинів.
4. Будуєть градувальний графік для приготованих розчинів;
5. Готують досліджуваний розчин.
6. Вимірюють оптичну густину досліджуваного розчину.
7. За допомогою градувального графіку знаходять вміст йону чи сполуки в досліджуваному розчині.

## 8.2 Теоретичні основи хроматографічного аналізу

**Хроматографія** – це фізико-хімічний метод розділення й аналізу сумішей газів, рідин або розчинів за допомогою сорбційних процесів. Метод ґрунтується на різному розподілі компонентів суміші між двома фазами – *рухомою та нерухомою*.

Речовини, що становлять нерухому фазу, називають *сорбентами*, які можуть бути як у твердому, так і в рідкому стані, але переважно це тверді речовини. Як сорбенти використовують силіцію оксид, силікагель, алюмінію оксид тощо.

Рухома фаза – це потік рідини або газу, що фільтрується крізь шар сорбенту. Вона виконує функції *розчинника і носія* суміші речовин, які аналізують, і називається *сорбатом*.

Розрізняють такі види хроматографії за механізмом розділення:

- а) адсорбційну;
- б) йонообмінну;
- в) розподільну;
- г) осадову.

**Адсорбційна хроматографія** оснований на вибіркової адсорбції однієї або декількох речовин із розчинів під дією міжмолекулярних сил.

**Йонообмінна хроматографія** використовує відмінність констант обміну йонів між розчином і йонообмінним адсорбентом.

**Розподільна хроматографія** заснована на явищі розподілу розчиненої речовини між двома не змішуваними рідинними фазами.

**Осадова хроматографія** оснований на неоднаковій розчинності важкорозчинних речовин, які утворюються компонентами суміші з осаджувачем.

Крім того, за іншими ознаками хроматографічні методи поділяють:

1. За середовищем, у якому проводять розділення: **газова, газорідинна та рідинна** хроматографія;

2. За формою проведення процесу: **колонкова, паперова, тонкошарова, капілярна хроматографія**.

Для розділення, аналізу й дослідження речовин та їх сумішей, що не розкладаються в газоподібному стані, найбільшого застосування набула газова хроматографія. Залежно від виду сорбенту, яким заповнюють хроматографічну колонку, її поділяють на **газоадсорбційну** та **газорідинну**.

У газовій хроматографії як рухому фазу (газ-носіє) найчастіше використовують інертні гази.

Процес розділення й аналізу проводять за допомогою спеціальних приладів, які називають **газовими хроматографами**. Незважаючи на різні технічні рішення, рівень забезпечення електронними вузлами та основні технічні характеристики, принцип будови хроматографів однаковий. У кожному з них є такі основні вузли: система подачі газу-носія, пристрій для введення досліджуваної суміші, хроматографічна колонка, аналізатор (детектор), прилад для реєстрації та аналізу.

Під час проходження досліджуваної суміші через хроматографічну колонку її компоненти селективно утримуються нерухомою фазою, а потім виходять із колонки і реєструються детектором, сигнали якого автоматично записуються у вигляді **хроматограм** (рис. 8.1).

Кожному компоненту суміші на хроматограмі відповідає окремий пік. Положення піка визначається величиною **часу утримування  $t_R$** , тобто часом від початку введення проби до виходу максимального піка, або величиною **утриманого об'єму  $V_R$** , який обчислюють за формулою:

$$V_R = t_R F,$$

де  $F$  – об'ємна швидкість газу-носія,  $\text{см}^3/\text{хв}$ ,  $\text{см}^3/\text{с}$ .

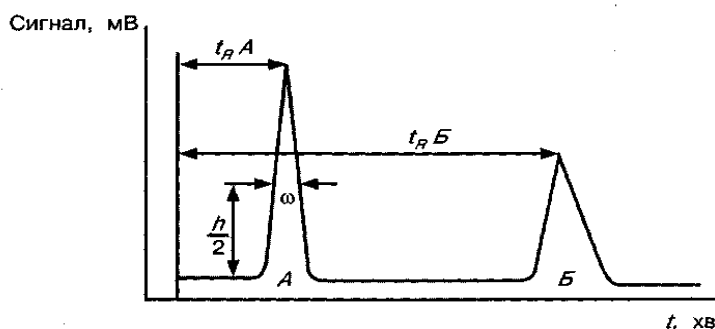


Рисунок 8.1 - Типова газова хроматограма

*A, Б — піки відповідних компонентів;*

*$t_{RA}$  і  $t_{RB}$  — час утримування речовин A і Б;*

*$h/2$  — піввисота піка A;  $w$  — ширина піка A на його піввисоті.*

Ідентифікацію компонентів суміші проводять шляхом зіставлення часу утримання відповідного компонента й еталону. Час утримання є хроматографічною характеристикою речовини. Збіг часу затримання еталону і досліджуваної речовини свідчить про їх ідентичність.

Визначення кількісного складу суміші полягає в тому, що інтенсивність піка кожного компонента пропорційна його вмісту в суміші. Є різні способи вимірювання площі піків. Найпростішим методом є множення висоти піка  $h$  (див. рис. 2) на його ширину  $w$ , виміряну на середині висоти піка:

$$S = hw$$

Метод газохроматографічного аналізу дуже чутливий. Для його проведення достатньо кількох кубічних сантиметрів газу, мікролітрів рідини чи мікрограмів твердої речовини.

У методі **рідинної хроматографії** рухомою фазою є рідина, нерухомою – твердий адсорбент. На відміну від газової, рідинна хроматографія може бути використана для аналізу речовин з молекулярною масою від кількох сотень до кількох мільйонів, включаючи складні макромолекули нуклеїнових кислот і білків.

Залежно від характеру взаємодій, що відбуваються в шарі сорбенту, рідинну хроматографію поділяють на дві групи: **молекулярну та хемосорбційну**.

До першої групи відносять молекулярно-ситову, адсорбційно-рідинну та рідинно-рідинну хроматографію з відносно слабкою взаємодією в системі сорбат – сорбент – розчинник.

До другої групи належать йоннообмінна, окисаційно-відновна, комплексоутворювальна та афінна хроматографія – з сильною взаємодією між сорбатом і сорбентом.

**Молекулярна рідинна хроматографія.** Під час проведення аналізу цим методом використовують колонки значно меншої довжини, ніж у газовій хроматографії. Як розчинник застосовують легкі вуглеводні та їх похідні:



гексан, бензол, толуол, метанол, етанол, ацетатну кислоту тощо; їх вибір визначається типом сорбенту, яким може бути силікагель, алюмінію оксид, магнію оксид, сахароза, полімери.

**Адсорбційно-рідинний та рідинно-рідинний** методи хроматографії тісно пов'язані між собою, їх застосовують для розділення сумішей нуклеотидів, вітамінів, лікарських препаратів та інших складних органічних сполук.

**Молекулярно-ситова (гель-фільтраційна) хроматографія** ґрунтується на принципі розділення суміші речовин за розмірами їх молекул. Процес відбувається за рахунок того, що крізь цеоліт (молекулярне сито) або пори гелю можуть дифундувати тільки речовини, розміри молекул яких не перевищують розміри пор адсорбенту. Внаслідок цього молекули меншого розміру проходять більший шлях і виходять з колонки пізніше, ніж більші молекули.

Останнім часом молекулярно-ситову хроматографію широко використовують для визначення молекулярної маси білків, виділення та очищення біополімерів (білків, пептидів, поліцукридів, нуклеїнових кислот) і навіть для розділення клітин, наприклад лімфоцитів, еритроцитів тощо.

**Йоннообмінна хроматографія** ґрунтується на оборотності хемосорбції йонів досліджуваного розчину йоногенними групами сорбенту. Процес обміну йонів у системі сорбент - розчинник відбувається в стехіометричних співвідношеннях.

Сорбенти, здатні до йонообмінної адсорбції, називають **йонітами**. Залежно від характеру йоногенних груп їх поділяють на **катіоніти та аніоніти**. Існують йоніти, що володіють амфотерними властивостями. Йонообмінники – це органічні високомолекулярні сполуки, які набрякають у водних розчинах електролітів або в полярних розчинниках, що містять йоногенні групи.

**Катіоніти** — нерозчинні високомолекулярні сполуки, що містять у своєму складі кислотні групи різної сили. За ступенем йонізації йоногенних груп їх поділяють на сильно-кислотні - КУ-2, СДВ-3 (до їх складу входять переважно залишки сульфатної та ортофосфатної кислот) та слабкокислотні - КБ-4, КБ-4П-2, що містять карбоксильні, сульфгідрильні та інші малодисоційовані кислотні групи.

**Аніоніти** - також нерозчинні ВМС, до складу яких входять основні групи. За ступенем кислотності аніоніти поділяють на сильноосновні - АВ-16, АВ-17 (йоногенні групи - амонієві основи) і слабкоосновні - АН-2Ф, ТМ (йоногенні групи — аміногрупи та залишки інших слабких органічних основ).

Від ступеня дисоціації йоногенних груп залежить ступінь кислотності або основності йоніту. У відповідності з цим розрізняють такі групи йонітів:

- сильнокислотні катіоніти, що містять сильнодисоційовані кислотні групи (сульфурнокислотні, фосфорнокислотні);

- слабкокислотні катіоніти, що містять слабодисоційовані кислотні групи (карбоксильні, фенольні);
- високоосновні аніоніти, що містять четвертинні амонійні або піридинові угруповування;
- низькоосновні аніоніти, що містять первинні, вторинні, третинні аміногрупи.

Кількісний аналіз за допомогою метод йонообмінної хроматографії складається з наступних операцій:

1. Підготовка йоніту і заповнення колонки.
2. Регенерація колонки.
3. Пропускання досліджуваного розчину крізь шар йоніту.
4. Кислотно-основне титрування кислоти або лугу, що виділяються.

Йоннообмінну хроматографію широко застосовують для розділення неорганічних і органічних речовин. Цим методом можна відокремити дуже близькі за хімічними властивостями рідкісноземельні метали, амінокислоти, ферменти та інші сполуки.

### 8.3 Полярографія

Полярографія — електрохімічний метод аналізу, який ґрунтується на *вимірюванні сили струму, що виникає під час електролізу розчину речовини*, котра аналізується, на мікроелектроді.

За допомогою полярографічного методу, як правило, вивчають речовини, здатні до електровідновлення, рідше — речовини, що окиснюються при електролізі. Звичайна область концентрації речовин, які аналізуються, становить  $10^{-2}$ — $10^{-4}$  моль/дм<sup>3</sup>. Електроліз проводять у полярографічній чарунці, що складається з посудини — електролізера і двох електродів. Мікроелектрод може бути платиновий, срібний або графітовий. Найчастіше застосовують ртуть, що витікає краплями з тонкого скляного капіляра (ртутний краплинний електрод). Перевага такого електроду в тому, що його поверхня постійно оновлюється. Макроелектродом служить або шар ртуті на дні електролізера, або зовнішній стандартний електрод, найчастіше — насичений каломельний електрод. Характерною особливістю є співвідношення площ поверхонь електродів, близьке до 1:100. Звичайно мікроелектрод функціонує як катод, на якому відбувається електрохімічне відновлення речовини, що аналізується.

При подачі на електроди напруги, яка поступово зростає, спочатку через електролізер протікає дуже слабкий (так званий «залишковий») струм, сила якого лінійно залежить від величини прикладеної напруги. Коли прикладена напруга перевищить різницю потенціалів анода і катода для відповідного гальванічного елемента (окиснена/відновлена форма речовини), досягається потенціал виділення, характерний для даної електроактивної речовини,

починається реакція електролізу і катод деполяризується. Сила струму різко зростає, при цьому середня концентрація деполяризатора на поверхні ртутного краплинного електрода зменшується, а швидкість дифузії відповідно зростає. При подальшому збільшенні напруги концентрація деполяризатора на поверхні електрода стає настільки малою порівняно з концентрацією в основній частині розчину, що різниця концентрацій за величиною наближається до концентрації в розчині речовини, що аналізується. Число часток, які вступають у реакцію за одиницю часу, стає рівним числу часток, які дифундують з розчину до поверхні електрода. При цьому через систему буде протікати максимально можливий струм, який називають граничним дифузійним струмом.

Залежність сили струму від напруги графічно виражається у вигляді полярографічних кривих — полярограм, де по осі абсцис відкладають напругу (у вольтах), а по осі ординат — значення відповідної сили струму (в мікроамперах). На графіку спостерігається так звана полярографічна хвиля (рис. 8.2).

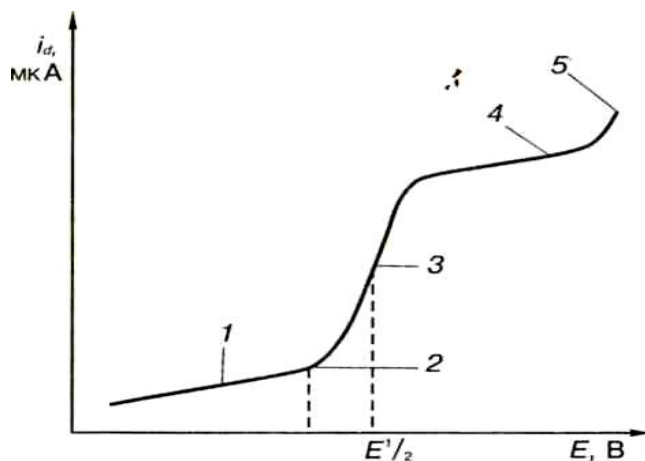


Рисунок 8.2 - Типовий вигляд полярографічної хвилі:

1 – залишковий струм, 2 – потенціал виділення, 3 – потенціал на півхвилі,  
4 – граничний дифузійний струм, 5 – розряд фону

Якщо в розчині присутні декілька деполяризаторів, то вольтамперна крива міститиме ряд «полярографічних хвиль», розташованих у порядку, який визначається природою деполяризаторів.

Величина дифузійного струму виражається рівнянням Ільковича:

$$i_d = 607 \cdot n \cdot C \cdot D^{1/2} m^{2/3} t^{1/6},$$

де  $i_d$  – величина середнього дифузійного струму, мкА;

$n$  - число електронів, що витрачаються на електрохімічне перетворення однієї молекули деполяризатора;

$C$  — концентрація речовини, що визначається, ммоль/дм<sup>3</sup>;

$D$  — коефіцієнт дифузії деполяризатора, см<sup>2</sup>/с;

$m$  — маса ртуті, що витікає за 1 с з капіляра, мг/с;

$t$  — період капання краплинного електрода, с.

Рівняння Ільковича відображає лінійну залежність величини граничного дифузійного струму від концентрації речовини в розчині, а також вказує на залежність дифузійного струму від характеристики краплинного електрода, що застосовується в експерименті. У водних розчинах в інтервалі температур від 20 до 50°C коефіцієнти дифузії з підвищенням температури зростають приблизно на 3 % на градус, а значення  $i_d$  на 1—2 % на градус підвищення температури, тому температуру полярографічної чарунки потрібно витримувати з точністю до  $\pm 0,5^\circ\text{C}$  при стандартній температурі 25°C.

Ртутний краплинний електрод — це скляний капіляр із зовнішнім діаметром 3—7 і внутрішнім 0,03—0,05 мм, довжиною 7—15 см. Висота ртутного стовпа (відстань від кінця капіляра до поверхні ртуті в резервуарі) повинна становити 40—80 см.

Кількість електрики, яка проходить через розчин, що досліджується, за час реєстрації полярограми, дуже мала, тому зміна концентрації деполаризатора в розчині незначна, що дозволяє багато разів реєструвати полярограми.

Для створення достатньої електропровідності до розчину, що досліджується, додають надлишок (у 50—100 разів) індиферентного електроліту, так званого полярографічного фону, тобто солі, йони якої не беруть участі в електродній реакції, але беруть участь у перенесенні електричних зарядів через розчин. Струм розряду електроліту фону не повинен заважати спостереженню струму відновлення або окиснення речовини, що аналізується.

**Якісний полярографічний аналіз.** Якщо в розчині є декілька речовин, здатних відновлюватись на ртутному краплинному електроді, то на полярограмі з'являється декілька хвиль. Їх положення характеризується потенціалами на півхвиль  $E_{1/2}$ . Для якісного визначення декількох речовин в суміші необхідно, щоб їх потенціали на півхвиль відрізнялися не менше, ніж на 0,2В. При різниці меншій даного значення дві хвилі зливаються в одну і виявити компоненти суміші неможливо.

Майже всі катіони та багато неорганічних аніонів відновлюються на ртутному краплинному електроді. Так само можна проводити якісний аналіз різних класів органічних речовин: альдегідів, кетонів, фенолів та ін.

**Кількісний полярографічний аналіз.** Для визначення концентрації досліджуваної речовини необхідно визначити висоту полярографічної хвилі  $h$ , яка пропорційна концентрації речовини. Висоту хвилі визначають графічно, відкладаючи дотичні до лінійних ділянок полярограм до їх взаємного перетину і проводячи через точки перетину лінії, паралельні осі абсцис. Відстань між цими лініями визначає висоту полярографічної хвилі.

Визначення концентрації речовин полярографічним методом проводять наступними засобами:

- метод стандартних розчинів;
- метод градуювального графіку;
- метод добавок.

## Контрольні питання

1. Які бувають методи контролю виробничого середовища? Які переваги мають різні методи?
2. В чому сутність фотометричного методу аналізу?
3. В чому сутність газохроматографічного методу аналізу?
4. В чому сутність полярографічного методу аналізу?

## ЛЕКЦІЯ №9 ВИМОГИ ДО МЕТОДІВ ВИМІРЮВАНЬ І ДОСЛІДЖЕНЬ

### 9.1 Метрологічні характеристики засобів вимірювання

Велике значення при оцінці якості і властивостей засобів вимірювань має значення їхніх метрологічних характеристик. Однією з таких характеристик є клас точності.

*Класом точності називається* узагальнена характеристика засобу вимірювання, обумовлена межами допуску основних і додаткових похибок, а також іншими властивостями засобів вимірювань, що впливають на точність. Варто мати на увазі, що клас точності засобів вимірювань характеризує їхні властивості у відношенні точності, але не є безпосереднім показником точності вимірювань, виконуваних за допомогою цих засобів.

Класи точності зручні для порівняльної оцінки якості засобів вимірювань, їхнього вибору, міжнародної торгівлі, і вони привласнюються засобам вимірювань при їхній розробці. У процесі експлуатації метрологічні характеристики засобів вимірювань погіршуються і тому допускається зниження класу їхньої точності за результатами метрологічної атестації чи перевірки.

Основою для присвоєння вимірювальним приладам того чи іншого класу точності є їхня основна похибка і спосіб її вираження. Засоби вимірювань випускаються на наступні класи точності: 0,01; 0,015; 0,02; 0,025; 0,04; 0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,4; 0,5; 0,6; 1,0; 1,5; 2,0; 4,0; 5,0; 6,0. Умовно можна розділити всі засоби вимірювань за класами точності на такі групи:

- індикатори: 1-6;
- робочі: 0,1-1,0;
- зразкові: 0,01-0,1;
- еталони: менше 0,01.

Класи точності вимірювальних приладів наносяться на циферблати, чи шкали корпусу засобів вимірювань у виді умовної позначки.

За класом точності приладу можна визначити його припустимі абсолютну й відносну похибки  $\Delta x_{\text{прип}}$  і  $\gamma$ .

Для приладів з нулем на початку шкали абсолютна похибка складе:

$$\Delta x_{\text{прим}} = \frac{k \cdot x_N}{100}, \quad (9.1)$$

де  $k$  - клас точності приладу,  $x$  - значення, нормуюче рівень верхньої межі і показання приладу.

Тоді приведена основна похибка приладу чисельно дорівнює його класу точності, тобто:

$$\gamma = \pm k. \quad (9.2)$$

Для приладів, що мають шкалу «з подавленим нулем» (тобто на шкалі приладу відсутнє значення «0» як на початку, так і в середині шкали), необхідно додатково враховувати похибку показань на початковій оцінці шкали. Для таких приладів абсолютна основна похибка розраховується за формулою:

$$\Delta x_{\text{прим}} = \pm \left[ \frac{k \cdot E}{100} + \frac{d \cdot D}{100} \right], \quad (9.3)$$

де  $E$  - діапазон шкали приладу, рівний  $x_2 - x_1$ ,  $D$  - діапазон «подавлення» (нижня межа вимірювання),  $d$  - значення виправлення на «подавлення нуля» (для приладів класів 0,5 і 1,0  $d = \pm 0,15$ , для класу 1,5 значення  $d = \pm 0,25$ ).

Отже, для приладів з «подавленим нулем» приведена основна похибка визначається наступним чином:

$$\gamma = \pm \frac{\Delta x_{\text{прим}}}{E} \cdot 100, \quad (9.4)$$

або

$$\gamma = \pm \left[ k + \frac{d \cdot D}{E} \right]. \quad (9.5)$$

Таким чином, для цього типу приладів чисельне значення приведеної основної похибки буде перевищувати число, зазначене в умовній позначці класу точності на величину  $(d \cdot D)/E$ .

**Варіацією показань приладу називається** різниця між значеннями окремих показань приладу, що відповідають тому самому значенню вимірюваної величини, отриманих при наближенні до нього як від менших значень до більших, так і від більших до менших. Варіація показань визначається одночасно з основною похибкою як різниця дійсних значень вимірюваної величини (за показаннями зразкового приладу), що відповідають одній і тій же оцінці шкали приладу, що перевіряється, спочатку при збільшенні (прямий напрям), а потім при зменшенні (зворотний напрям)

значення вимірюваної величини. При декількох підходах до даної точки діапазону вимірювань у кожному із двох напрямків варіація визначається як середня різниця.

Варіація звичайно, виражається у відсотках від нормуючого прийнятого значення:

$$b = \frac{x_1 - x_2}{x_N} \cdot 100, \quad (9.6)$$

де  $x_1$  і  $x_2$  – значення вимірюваної величини при прямому і зворотному напрямках підходу до даної точки вимірювання;  $x_N$  – значення приладу, що нормує.

Варіація показань в механічних приладах викликається появою тертя в опорах, зносом кернів, підп'ятників і т.ін.

Варіація показань не повинна перевищувати 0,2 % для приладів класу точності 0,25 і вище, а для приладів інших класів (0,5; 0,6 тощо) не вище половини припустимого значення основної похибки.

**Чутливість засобу вимірювань** - це відношення зміни сигналу на виході цього засобу (вимірювального приладу), наприклад, до зміни вимірюваної величини, що його викликає.

#### **Похибка вимірювальної системи.**

При одержанні інформації про вимірювану величину (температура, тиск і т.д.) найчастіше використовується вимірювальна система, у яку входять чутливий елемент, перетворювач, вимірювальний прилад і інші пристрої. Якщо клас точності власне вимірювального приладу відомий по його документації, то клас точності вимірювальної системи в цілому, включаючи первинний вимірювальний перетворювач (чуттєвий елемент) і канал зв'язку; не може нормуватися заздалегідь, тому що залежить від конкретних умов експлуатації.

Відповідно до теорії ймовірності можна вважати, що з імовірністю, близькою до 100 %, одночасний вплив декількох знакоперемінних факторів ( $x_1, x_2, x_3, x_4 \dots$ ) дає сумарну похибку:

$$S = \pm \sqrt{\Delta x_1^2 + \Delta x_2^2 + \Delta x_3^2 + \Delta x_4^2 + \dots}, \quad (9.7)$$

де  $\Delta x_1^2, \Delta x_2^2, \Delta x_3^2, \Delta x_4^2$  - похибки при впливі факторів  $x_1, x_2, x_3, x_4$ , виражені у відсотках.

Обчислена в такий спосіб похибка одержала назву середньої квадратичної похибки. Позначивши похибки різних елементів, що входять у вимірювальну систему, через  $\varepsilon_i$ , де  $i = 1, 2, \dots, n$ , відповідно до (5.7) одержимо:

$$S = \pm \sqrt{\Delta \varepsilon_1^2 + \Delta \varepsilon_2^2 + \dots + \Delta \varepsilon_n^2} = \pm \sqrt{\sum_{i=1}^n \Delta \varepsilon_i^2}. \quad (9.8)$$

## 9.2 Підготовка до вимірювань та аналіз постановки вимірювальної задачі

Кожне вимірювання складається з наступних елементів: об'єкт вимірювань, засіб вимірювань, метод вимірювань і умова вимірювань.

Вимірювання можуть проводитися як оператором так і в автоматичному режимі. У першому випадку результат вимірювання (тобто обмірювана величина) залежить як від дій самого оператора, так і від роботи всіх елементів, що беруть участь у процесі вимірювання. Щоб забезпечити високу точність вимірювань, їх необхідно ретельно підготувати. При автоматизації вимірювань виключається похибка оператора, а також різко знижується похибка через коливання величин, що впливають, і випадкових факторів, що дає можливість різко підвищити точність результату вимірювання. Широке використання автоматизації при обробці результатів вимірювань дозволяє уникнути помилок при розрахунках, вибрати найбільш раціональний спосіб обробки експериментальних даних.

Підготовка вимірювального процесу включає:

- аналіз постановки вимірювальної задачі;
- створення умов для вимірювань;
- вибір засобів і методу вимірювань;
- вибір числа вимірювань;
- підготовка оператора;
- підготовка засобів вимірювань.

Вимірювання високої якості можна одержати при **вірній постановці вимірювальної задачі**. При цьому необхідно насамперед з'ясувати які фізичні величини чи параметри об'єкта підлягають вимірювання, якої точності повинний бути результат вимірювання й у якій формі його варто представити.

Вибір фізичних величин, які необхідно контролювати для даного об'єкта, процесу чи явища залежить від особливостей технологічного процесу чи об'єкта. При цьому повинна виконуватися основна мета - одержання найбільш повної інформації про об'єкт і процеси, що протікають в об'єкті. Після виявлення фізичних величин, що підлягають вимірювання, аналізують друге питання постановки вимірювальної задачі.

Точність результату вимірювань залежить від якості засобу вимірювань. Чим точніше засіб вимірювань, тим точніше результат вимірювання. Ускладнення засобів вимірювань призводить до різкого підвищення вартості вимірювального процесу. Необхідно прагнути до того, щоб при обмежених витратах досягалася найбільша точність вимірювань.

При аналізі постановки вимірювальної задачі необхідно виявити вимоги до швидкості одержання вимірювальної інформації, її дискретності, рівня автоматизації, визначити оптимальність (з погляду мети вимірювальної задачі) вимірюваних параметрів і ін. Від цього залежить вибір тих чи інших засобів



вимірювань, методу й умов вимірювань, витрати праці оператора. Організація вимірювальних робіт повинна відповідати вимогам сучасних технологічних процесів, у тому числі автоматизованих.

### 9.3 Створення умов для вимірювань. Вибір засобів і методу вимірювання

Зміни зовнішніх умов впливають на вимірювану величину і використовувані засоби вимірювань. Величини, що впливають, можна розділити на чотири групи:

- кліматичні (температура навколишнього середовища, відносна вологість повітря, атмосферний тиск, освітленість);

- електричні і магнітні (коливання сили електричного струму, напруги в електричній мережі, частоти перемінного електричного струму, постійні і змінні магнітні полюси й ін.);

- зовнішні навантаження (вібрації, ударні навантаження, зовнішні торкання деталей приладу);

- іонізуючі випромінювання, газовий склад атмосфери й т.д.

З метою забезпечення єдності вимірювань до умов їхнього проведення пред'являються тверді вимоги. Для конкретних областей вимірювань установлюють єдині умови, які *називаються нормальними*. Значення фізичної величини, що відповідає нормальним умовам, називають номінальним значенням впливаючої фізичної величини.

У реальній практиці вимірювань впливаючих величин, вони відхиляються в більшому чи меншому ступені від своїх номінальних значень. Тому необхідно установити межі можливих змін для кожної впливаючої величини. Ці межі - їх називають межами нормальної області значень впливаючих величин - вибирають так, щоб вплив сукупності впливаючих величин на результат вимірювання був як можна меншим. Відповідно до метрологічних норм для нормальних умов перевірки прийнята така область сукупних впливаючих величин, під дією яких похибка засобів вимірювань, що перевіряється, може змінюватися не більше ніж на 35 %. Однак (за цими ж нормами), якщо похибка викликана дією оператора чи обраним методом вимірювання (а не самого засобу вимірювання), то в цьому випадку допускається збільшення похибки засобів вимірювання в нормальних умовах у 1,5...2 рази.

Для усунення вібрацій і струсів застосовують амортизатори, струни, пружини, губчасту гуму тощо.

Засобом захисту від впливу магнітного поля Землі служать екрани з магнітно-м'яких матеріалів. Щоб зменшити вплив зміни атмосферного тиску, застосовують барокамери.

Застосування точних засобів вимірювань пов'язано з великими матеріальними втратами. При виборі засобів вимірювань враховують вимірювану величину, метод вимірювання, діапазон вимірювання і

характеристики похибки засобів вимірювань, умови проведення вимірювань, допустиму похибку вимірювань, вартість засобів вимірювань, простоту їхньої експлуатації, умови проведення вимірювань. Основним критерієм при виборі засобів вимірювань є порівнянність їхньої похибки з точністю, необхідною для даного технологічного процесу. При виборі засобів вимірювань по точності необхідно враховувати вимоги до похибки результату вимірювання й ту її частку, що приходить на похибку використовуваних засобів вимірювань. З метою оцінки сумарної похибки аналізують існуючі методи і засоби вимірювань, умови проведення вимірювань, визначають впливаючі величини. Встановлюють вплив умов проведення вимірювань і вплив похибки засобів вимірювань на похибку результату вимірювань. Крім того, оцінюють похибку передбачуваного методу, похибку оператора. Сумарну похибку  $\sum \Delta x$  порівнюють з допустимою похибкою вимірювання,  $\Delta x_{\text{доп}}$ .

$$\sum \Delta x = \Delta x_m + \Delta x_{з.в.} + \Delta x_{ум} + \Delta x_o \leq \Delta x_{\text{доп}}$$

де  $\Delta x_m$  - гранична похибка методу вимірювань;  $\Delta x_{з.в.}$  - межа похибки, що допускається, використовуваних засобів вимірювань;  $\Delta x_{ум}$  - гранична похибка, обумовлена впливом зовнішніх факторів;  $\Delta x_o$  - гранична похибка оператора.

За умови нерівності обраний засіб вимірювань забезпечує одержання результату вимірювань з похибкою не більш заданої.

Велике значення для одержання якісних результатів вимірювань має вибір методу вимірювання, тобто сукупність тих фізичних явищ, на яких засновані вимірювання. Основними методами вимірювань є:

- метод безпосередньої оцінки;
- метод порівняння з мірою;
- диференційний метод.

Найбільше поширення одержав метод безпосередньої оцінки, при якому вимірювану величину визначають безпосередньо по відліковому пристрої засобу вимірювань. Метод відрізняється простотою і не вимагає особливих дій оператора і додаткових обчислень. Основними джерелами похибки вимірювань при вимірюваннях цим методом є самі засоби вимірювання. Тобто необхідно ретельно вибирати засоби вимірювань, які будуть забезпечувати високу точність.

Якщо необхідно виконати точне вимірювання, застосовують **диференційний чи нульовий метод**. Ці методи є різновидом методу порівняння з мірою. Для них характерне існування високоточної міри, близької до вимірювальної величини. Похибка цих методів характеризується в основному похибкою використовуваної міри. Широко застосовується цей метод в оптичній пірометрії при вимірюванні високих температур, наприклад, металу, факела, вогнетривкої кладки й інших високотемпературних середовищ. **Нульовий метод використовується** також для вимірювання швидкості, сили електричного струму й т.д. Похибка даного методу визначається в основному

точністю використовуваних електротехнічних приладів, що виступають як міри. Існує ряд інших методів вимірювання фізичних величин, що широко застосовуються в метрологічній практиці.

#### 9.4 Групи нормованих метрологічних характеристик приладів

**Метрологічні характеристики.** Метрологічні характеристики засобів вимірювальної техніки - це характеристики, які впливають на результати та на похибки вимірювань і призначені для оцінювання технічного рівня та якості ЗВТ, визначення результатів вимірювань та оцінки інструментальної складової похибки вимірювань.

Засоби вимірювання, у тому числі й вимірювальні пристрої, допускаються до застосування тільки в тому випадку, якщо встановлені норми (нормовані їхні метрологічні характеристики). Відомості про останні приводяться в технічній документації на засоби вимірювань. Для зручності використання, аналізу й нормування метрологічних характеристик засобу вимірювань їх зручно класифікувати на групи, наведені в табл. 9.1.

За допомогою нормування метрологічних характеристик забезпечується взаємозамінність засобів вимірювань і єдність вимірювань у державному масштабі. Реальні значення метрологічних характеристик засобів вимірювань визначаються при їхньому виготовленні, а потім періодично перевіряються в процесі експлуатації. За наявності відхилень хоча б однієї нормованої метрологічної характеристики від норми, засіб вимірювань регулюється, піддається ремонту або бракується й вилучається з обігу.

Таблиця 9.1 - Метрологічні характеристики вимірювальних пристроїв

<i>Група метрологічних характеристик</i>	<i>Метрологічні характеристики</i>
Характеристики, призначені для визначення результату вимірювань	Функція перетворення, коефіцієнт перетворення, ціна розподілу, чутливість, діапазон вимірювань, верхня й нижня межі вимірювань, діапазон показань, кінцеве й початкове значення шкали.
Характеристики похибки	Систематична похибка, випадкова похибка, основна похибка, динамічна похибка, поріг чутливості, похибка лінійності, варіація, абсолютна, відносна й приведена похибки.
Характеристики чутливості до спливаючої величини	Функції впливу, додаткова похибка, зміна показань, зміна коефіцієнта перетворень, значення неінформативного параметра вихідного сигналу
Динамічні характеристики	Диференційне рівняння, передаюча функція, комплексна частотна функція, перехідна характеристика, імпульсна перехідна характеристика, амплітудно-фазова характеристика, постійна часу, час реакції, амплітудно-частотна характеристика, й ін.

#### **9.4.1 Використання нормованих метрологічних характеристик пристроїв при виборі приладу**

Загальний підхід при нормуванні метрологічних характеристик полягає в тому, що для всіх нормованих функцій і значень встановлюються номінальні функції, номінальні значення та межі припустимих відхилень (наприклад, номінальна функція перетворення, номінальна функція впливу, номінальне значення інформативного параметра на виході, номінальне значення постійної часу тощо). Для інших характеристик встановлюються межі припустимих значень (наприклад, межі основної допустимої похибки, межі допустимої варіації тощо). Певну специфіку має нормування характеристик, що визначають точність вимірювань, виконуваних за допомогою даного засобу вимірювань (основна й додаткова похибки, розмах, варіація).

Основна похибка пристрою для технологічних вимірювань нормується шляхом встановлення межі допуску абсолютної, відносної або наведеної похибки:

$$\Delta = \pm a,$$

$$\delta = \pm 100 \frac{\Delta}{X} = \pm c,$$

$$\gamma = \pm 100 \frac{\Delta}{X_N} = \pm b,$$

де  $X$  - вхідний сигнал вимірювального пристрою.

Нормоване значення  $X_N$ , у виразі (6.3) приймають рівним діапазону вимірювань (для багатьох вимірювальних пристроїв, у тому числі для більшості пристроїв, які використовуються для технологічних вимірювань), кінцевому значенню шкали, довжині шкали, якщо остання має розподіли, які різко змінюються.

Спосіб завдання меж основної припустимої похибки для вимірювальних приладів і перетворювачів визначається залежністю їхньої похибки від значення вимірюваної величини й вимогами простоти. Якщо у вимірювальних пристроїв даного типорозміру після відповідного їхнього регулювання похибка практично не залежить від значення вимірюваної величини, то межа основної припустимої похибки нормується абсолютною похибкою, яка обумовлена по формулі (6.1), або наведеною похибкою, яка обумовлена по формулі (6.3).

Якщо похибка вимірювальних пристроїв даного типорозміру пропорційна значенню вимірюваної величини  $\left( \Delta = \pm \frac{c}{100} \cdot X \right)$ , то межу основної припустимої похибки зручно нормувати через відносну похибку, обумовлену по формулі (6.2), тому що норма визначається одним числом:

$$\delta = \pm \frac{100 \cdot c}{100 \cdot X} \cdot X = \pm c. \quad (9.9)$$

Додаткова похибка нормується в тих випадках, коли при вимірюванні

впливаючої величини, у робочій області основна похибка перевищує встановлену для неї межу. Додаткова похибка нормується: у вигляді постійного значення  $\Delta_{don}$  для всієї робочої області впливаючої величини, або по окремих інтервалах цієї області; шляхом вказування відношення межі додаткової припустимої похибки прийнятої для регламентованого інтервалу впливаючої величини, до значення цього інтервалу, тобто  $\Delta_{don} / \Delta\xi$  де  $\Delta\xi$  - регламентований інтервал впливаючої величини,  $\xi$ ; шляхом вказування залежності межі додаткової припустимої похибки, від впливаючої величини, тобто  $\Delta_{don} = E(\xi)$ .

Межі додаткової припустимої похибки, як правило, встановлюють у вигляді часткового (кратного) значення межі основної допустимої похибки.

Вимірювальні пристрої прийнято розділяти на класи точності.

В наш час **клас точності  $\Lambda$**  трактується як узагальнена характеристика засобів вимірювань, обумовлена межами припущення основної й додаткової похибок, а також рядом інших властивостей, що впливають на точність здійснюваних з їхньою допомогою вимірювань.

Зв'язок між межами основної й додаткової похибок, а також з іншими властивостями засобів вимірювань звичайно регламентується відповідними стандартами на окремі види засобів вимірювань.

Для вимірювальних приладів і перетворювачів, застосовуваних для технологічних вимірювань, як правило, нормальні умови експлуатації вибирають такими, що в більшості випадків виключається необхідність нормування додаткової похибки. Тому клас точності однозначно визначає точність цих засобів вимірювань.

### Контрольні питання

1. Що називають класом точності приладу?
2. На які групи поділяються прилади по класу точності?
3. Як визначити припустиму абсолютну та відносну похибки?
4. Що називають варіацією показань приладу та чутливістю засобу вимірювання?
5. Як визначити похибку вимірювальної системи?
6. У чому полягає підготовка до вимірювального процесу?
7. З якою метою перед вимірюваннями розробляють постановку вимірювальної задачі?
8. Які треба створити умови для одержання точних результатів вимірювань?
9. Як вибрати засіб та метод вимірювання?
10. Які методи вимірювання ви знаєте?
11. Що розуміють під метрологічними характеристиками?
12. На які групи класифікуються метрологічні характеристики засобів вимірювання?
13. Як нормуються межі абсолютної, основної допустимої та додаткової похибок?

## ЛЕКЦІЯ №10 ОРГАНІЗАЦІЯ ЛАБОРАТОРНОГО КОНТРОЛЮ НА ПІДПРИЄМСТВАХ

### 10.1 Метрологічний контроль і нагляд

Державний метрологічний контроль і нагляд (МКН) здійснюється Державною метрологічною службою (ДМС) України. Його метою є перевірка додержання вимог Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність», інших нормативно-правових актів України і нормативних документів з метрології.

До об'єктів державного МКН належать:

- засоби вимірювальної техніки;
- методики виконання вимірювань;
- кількість фасованого товару в упаковках тощо.

Державний МКН стосовно вказаних об'єктів поширюється на вимірювання, результати яких використовуються під час:

- робіт із забезпечення охорони здоров'я, захисту життя та здоров'я громадян;
- контролю якості та безпеки продуктів харчування;
- контролю стану навколишнього природного середовища;
- контролю безпеки умов праці;
- геодезичних і гідрометеорологічних робіт;
- торговельно-комерційних операцій і розрахунків між покупцем (споживачем) і продавцем (постачальником, виробником, виконавцем), у тому числі у сферах побутових і комунальних послуг, послуг електро- та поштового зв'язку;

- податкових, банківських і митних операцій;
- обліку енергетичних і матеріальних ресурсів (електричної і теплової енергії, газу, води, нафтопродуктів тощо), за винятком внутрішнього обліку, який ведеться підприємствами, організаціями та громадянами – суб'єктами підприємницької діяльності;

- робіт (експертиз), що виконуються за дорученням органів прокуратури та правосуддя;

- обов'язкової сертифікації продукції;
- реєстрації національних і міжнародних спортивних рекордів.

Державний метрологічний контроль включає в себе:

- державні випробування і затвердження типів ЗВТ;
- державну метрологічну атестацію ЗВТ;
- повірку ЗВТ;
- акредитацію на право проведення державних випробувань, повірки і калібрування ЗВТ, вимірювань та атестації методик виконання вимірювань.

До державного метрологічного нагляду належать:

- державний метрологічний нагляд за забезпеченням єдності вимірювань;
- державний метрологічний нагляд за кількістю фасованого товару в упаковках.

Державний метрологічний нагляд здійснюють службові особи ДСУ та територіальних органів – державні інспектори метрологічного нагляду, які повинні бути атестовані в порядку, встановленому ДСУ. Вони зобов'язані проводити державний метрологічний нагляд за додержанням вимог Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність», інших нормативно-правових актів України і нормативних документів з метрології. Державні інспектори під час виконання своїх обов'язків перебувають під захистом закону.

***Метрологічний контроль і нагляд, що здійснюють метрологічні служби центральних органів виконавчої влади, підприємств і організацій.***

Метрологічні служби центральних органів виконавчої влади, підприємств і організацій здійснюють МКН у сферах своєї діяльності.

*Метрологічний нагляд* здійснюється за забезпеченням єдності вимірювань, при цьому перевірці підлягають:

- стан і застосування ЗВТ;
- застосування методик виконання вимірювань;
- правильність виконання вимірювань;
- своєчасність подання ЗВТ на повірку та калібрування;
- додержання умов і правил проведення повірки та калібрування ЗВТ і проведення вимірювань, що виконуються акредитованими повірочними, калібрувальними та вимірювальними лабораторіями;
- додержання вимог нормативних документів з метрології.

До *метрологічного контролю* належать:

- метрологічна атестація і калібрування ЗВТ;
- акредитація калібрувальних і вимірювальних лабораторій;
- метрологічна експертиза документації та звітів про науково-дослідні роботи, атестація методик виконання вимірювань.

## **10.2 Державні випробування засобів вимірювальної техніки**

*Державні випробування засобів вимірювальної техніки* – це дослідження, які виконуються державною метрологічною службою або за її дорученням, зразків ЗВТ, що призначені для серійного виробництва чи серійно випускаються, або зразків, що призначені для імпорту партіями, для встановлення їх відповідності вимогам нормативних документів (НД) з метрології.

Державні випробування ЗВТ проводять з метою:

- забезпечення єдності вимірювань в Україні;
- постановки на виробництво, серійного виробництва і ввезення на територію України ЗВТ, які відповідають установленим метрологічним нормам і правилам;
- захисту інтересів споживачів ЗВТ.

Основними завданнями державних випробувань ЗВТ є:

- установлення відповідності розроблених ЗВТ вимогам технічного завдання (ТЗ) на розробку і НД;

- перевірка правильності вибору методів і засобів повірки, а також забезпеченості ЗВТ методами та засобами повірки під час випуску з виробництва і під час експлуатації;

- перевірка відповідності ЗВТ вимогам безпеки і охорони навколишнього середовища;

- перевірка відповідності ЗВТ, які випускаються серійно, вимогам НД та затвердженим типам цих ЗВТ.

Запроваджуються два види державних випробувань – приймальні та контрольні.

*Державним приймальним випробуванням* підлягають дослідні зразки ЗВТ, призначені для серійного виробництва в Україні, та зразки ЗВТ, які підлягають ввезенню на територію України партіями.

На підставі позитивних результатів державних приймальних випробувань:

- підприємству-виробнику надається дозвіл на випуск установчої серії ЗВТ;

- затверджується тип ЗВТ і визнається затвердження типу для ЗВТ, що підлягають ввезенню на територію України партіями;

- надається дозвіл на серійне виробництво і застосування в Україні ЗВТ.

Типи ЗВТ, затверджені Держстандартом України, підлягають занесенню до Державного реєстру ЗВТ, допущених до застосування в Україні.

На ЗВТ, які випускаються в Україні або ввозяться на її територію партіями і занесені до Державного реєстру, а також на експлуатаційну документацію цих ЗВТ підприємства-виробники повинні наносити знак затвердження типу, який має задані форми і розміри. Якщо через особливості конструкції неможливо або недоцільно наносити такий знак на ЗВТ, то він проставляється на їхню експлуатаційну документацію.

*Державні контрольні випробування* ЗВТ призначені для підтвердження відповідності встановленим вимогам ЗВТ, що серійно випускаються або імпортуються партіями.

Державні контрольні випробування проводять:

- на зразках ЗВТ з установчої партії;

- у порядку державного метрологічного нагляду за ЗВТ, які серійно випускаються в Україні або ввозяться на її територію партіями (такі випробування проводять один раз на три роки);

- у разі постановки на серійне виробництво ЗВТ затверджених типів, які випускаються або раніше випускалися на інших підприємствах;

- у разі внесення змін у конструкцію (технологію виробництва) ЗВТ затверджених типів, якщо ці зміни впливають на метрологічні характеристики ЗВТ;

- після тривалої перерви (понад три роки) серійного виробництва ЗВТ затверджених типів.

Державним приймальним і контрольним випробуванням не підлягають ЗВТ, які призначені для застосування в побуті і на які не поширюється державний метрологічний нагляд. Порядок установлення приналежності ЗВТ



до таких, що призначені для використання в побуті, визначається Держстандартом України.

Державні приймальні і контрольні випробування ЗВТ проводяться метрологічними центрами і територіальними органами ДСУ, акредитованими на право проведення цих випробувань.

Державні приймальні випробування ЗВТ, на які не поширюється державний метрологічний нагляд, можуть проводитися метрологічними службами центральних органів виконавчої влади, підприємств і організацій, акредитованими на право проведення цих випробувань.

Організація, порядок, проведення, оформлення та розгляд матеріалів за результатами державних випробувань визначаються відповідним ДСТУ.

### **10.3 Акредитація на право здійснення різних видів метрологічної діяльності**

Для проведення державних випробувань, повірки і калібрування ЗВТ, вимірювань, атестації методик виконання вимірювань необхідно отримати акредитацію Держстандарту України або його територіальних органів, що мають на це право.

Акредитація на право проведення державних випробувань, повірки і калібрування ЗВТ, вимірювань, атестації методик виконання вимірювань здійснюється Держстандартом України, його метрологічними центрами і територіальними органами.

Держстандарт України здійснює акредитацію:

- метрологічних центрів Держстандарту – на право проведення державних приймальних випробувань ЗВТ;
- територіальних органів Держстандарту – на право проведення державних приймальних і контрольних випробувань та повірки ЗВТ;
- метрологічних служб центральних органів виконавчої влади, підприємств і організацій – на право проведення державних приймальних випробувань та повірки ЗВТ;
- калібрувальних лабораторій метрологічних служб або інших організаційних структур підприємств і організацій – на право проведення калібрування ЗВТ для інших підприємств, організацій і громадян – суб'єктів підприємницької діяльності;
- повірочних (калібрувальних) лабораторій іноземних виробників – на право проведення повірки (калібрування) ЗВТ, що поставляються в Україну.

Територіальними органами Держстандарту України здійснюється акредитація вимірювальних лабораторій підприємств і організацій:

- що не належать до сфери управління центральних органів виконавчої влади;
- що належать до сфери управління центральних органів виконавчої влади (якщо це передбачено законодавством), на право проведення вимірювань у сфері поширення державного метрологічного нагляду.

*Вимірювальна лабораторія* – це організація чи окремий підрозділ організації або підприємства, який здійснює вимірювання фізичних величин, визначення хімічного складу, фізико-хімічних, фізико-механічних та інших властивостей і показників речовин, матеріалів і продукції.

Акредитація лабораторій здійснюється відповідно до вимог, що встановлюються центральними органами виконавчої влади та об'єднаннями підприємств за узгодженням з Держстандартом України.

Метрологічні центри Держстандарту та уповноважені ним територіальні органи здійснюють акредитацію метрологічних служб центральних органів виконавчої влади, підприємств і організацій на право проведення атестації методик виконання вимірювань, на які поширюється державний метрологічний нагляд.

Метрологічні служби центральних органів виконавчої влади, підприємств і організацій здійснюють акредитацію калібрувальних і вимірювальних лабораторій підприємств і організацій, що належать до сфери їх управління.

Ці служби здійснюють акредитацію:

– калібрувальних лабораторій підприємств і організацій – на право проведення повірки і калібрування ЗВТ для власних потреб цих підприємств і організацій;

– вимірювальних лабораторій підприємств і організацій – на право проведення вимірювань (за винятком лабораторій, на які поширюється державний метрологічний нагляд). У цьому випадку акредитація вимірювальних лабораторій здійснюється за обов'язковою участю територіальних органів Держстандарту.

За позитивними результатами акредитації видається атестат акредитації. Спори, пов'язані з відмовою у видачі атестата акредитації, розглядаються в судовому порядку.

### **Контрольні питання**

1. Завдання та функції державної метрологічної системи.
2. Склад і завдання метрологічної служби України.
3. Мета та об'єкти державного метрологічного контролю і нагляду.
4. Мета та об'єкти метрологічного нагляду і метрологічного контролю.
5. Визначення, мета, завдання і види державних випробувань ЗВТ.
6. Визначення і завдання метрологічної атестації.
7. Визначення, об'єкти і види повірок ЗВТ.
8. Визначення і об'єкти калібрування ЗВТ.
9. Мета і порядок проведення акредитації на право здійснення різних видів метрологічної діяльності.
10. Законодавчі вимоги до застосування ЗВТ, вимірювань і результатів вимірювань.
11. Мета, завдання і зміст метрологічного забезпечення технічних об'єктів.

**ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2**  
**СТАНДАРТИЗАЦІЯ ТА ВЗАЄМОЗАМІННІСТЬ**  
**ЛЕКЦІЯ №11 ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ СТАНДАРТИЗАЦІЇ**

**11.1 Стандартизація та її види**

**Стандартизація** – це діяльність, що полягає у встановленні положень для загального і багаторазового застосування щодо наявних чи можливих завдань з метою досягнення оптимального ступеня впорядкування у певній сфері, результатом якого є підвищення ступеня відповідності продукції, процесів та послуг їх функціональному призначенню, усунення бар'єрів у торгівлі і сприяння науково-технічному співробітництву.

Стандартизація може бути **офіційною або фактичною**.

**Офіційна** стандартизація, як правило, завершується випуском стандартів або інших нормативних документів.

**Фактична** стандартизація має поступовий характер (письменність, грошові одиниці, моральні та етичні норми тощо), а її успіхи сприяють культурному, науково-технічному та економічному прогресу на всіх етапах цивілізації.

Стандартизація залежно від масштабів роботи діє на різних рівнях: в окремій країні, між державами, в регіонах. У зв'язку з цим існують види стандартизації, які наведені на рисунку 11.1.



*Рисунок 11.1- Види стандартизації*

**Міжнародна стандартизація** – стандартизація, що проводиться на міжнародному рівні. Вона відкрита для відповідних органів усіх країн. У роботі з міжнародної стандартизації можуть брати участь декілька (дві чи більше) суверенних держав. Результатом роботи з міжнародної стандартизації є міжнародні стандарти, які приймаються міжнародними організаціями зі стандартизації (наприклад ISO, IEC, ITU).

**Міжнародна організація стандартизації (ISO)** розпочала функціонувати 23 лютого 1947 як добровільна, неурядова організація. Вона була заснована на основі досягнутого на нараді в Лондоні в 1946 р. угоди між представниками 25-ти індустріально розвинених країн про створення організації, що володіє повноваженнями координувати на міжнародному рівні розробку різних

промислових стандартів і здійснювати процедуру прийняття їх як міжнародних стандартів.

**Міжнародна електротехнічна комісія (International Electrotechnical Commission)**, утворена в 1906 р., є добровільною неурядовою організацією. Її діяльність в основному пов'язана зі стандартизацією фізичних характеристик електротехнічного і електронного обладнання. Основна увага ІЕС приділяє таким питанням, як, наприклад, електровимірювання, тестування, утилізація, безпека електротехнічного і електронного обладнання.

**Міжнародні організації, що беруть участь в роботах по стандартизації:**

- Продовольча і сільськогосподарська організація ООН (ФАО) заснована в 1945 р. як міжурядова спеціалізована організація ООН.

- Європейська економічна комісія ООН (ЄЕК ООН) - орган Економічної і соціальної ради ООН (ЕКОСОР), створена в 1947 р.

- Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) створена в 1948 р. з ініціативи Економічної і соціальної ради ООН і є спеціалізованою установою ООН.

- Всесвітня торгова організація (ВТО) - утворена в 1993 р. на базі генеральної угоди з тарифів і торгівлі (ГАТТ)

- Міжнародна організація мір і ваг (МОМВ) - заснована в 1875 р. з метою уніфікації застосовуваних у різних країнах систем одиниць вимірювання, встановлення одноманітності еталонів довжини і маси.

- Міжнародна організація законодавчої метрології (МОЗМ) - міжурядова міжнародна організація, що має своєю метою міжнародне узгодження діяльності державних метрологічних служб або інших національних установ, спрямоване на забезпечення порівнянності, правильності і точності результатів вимірювань в країнах - членах МОЗМ. Організація створена в 1955 р. на основі Конвенції, ратифікованої законодавчими органами країн-учасниць.

**Основне призначення міжнародних стандартів** - це створення на міжнародному рівні єдиної методичної основи для розробки нових і вдосконалення діючих систем якості та їх сертифікації. Науково-технічне співробітництво в галузі стандартизації направлено на гармонізацію національної системи стандартизації з міжнародною, регіональними і прогресивними національними системами стандартизації. У розвитку міжнародної стандартизації зацікавлені як індустріально розвинені країни, так і країни, що розвиваються і створюють власну національну економіку.

**Цілі міжнародної стандартизації:**

- зближення рівня якості продукції, що виготовляється в різних країнах;
- забезпечення взаємозамінності елементів складної продукції;
- сприяння міжнародній торгівлі;
- сприяння взаємному обміну науково-технічною інформацією та прискорення науково-технічного прогресу.

### **Основними завданнями міжнародної стандартизації є:**

- встановлення вимог до технічного рівня і якості продукції, сировини, матеріалів, напівфабрикатів і комплектуючих виробів, а також норм, вимог і методів у галузі проектування і виробництва продукції, що дозволяють прискорювати впровадження прогресивних методів виробництва продукції високої якості і ліквідувати нераціональне різноманіття видів, марок і розмірів;
- розвиток уніфікації і агрегування промислової продукції як найважливішої умови спеціалізації виробництва; комплексної механізації та автоматизації виробничих процесів, підвищення рівня взаємозамінності, ефективності експлуатації й ремонту виробів;
- забезпечення єдності та достовірності вимірювань в країні, створення й удосконалення державних еталонів одиниць фізичних величин, також методів і засобів вимірювань вищої точності;
- розробка уніфікованих систем документації, систем класифікації та кодування техніко-економічної інформації;
- прийняття єдиних термінів і позначень у найважливіших областях науки, техніки, галузях економіки;
- формування системи стандартів безпеки праці, систем стандартів у області охорони природи і поліпшення використання природних ресурсів;
- створення сприятливих умов для зовнішньоторговельних, культурних і науково-технічних зв'язків.

### **Основні пріоритетні напрямки та завдання для стандартизації:**

- охорона здоров'я та забезпечення безпеки;
- поліпшення навколишнього середовища;
- сприяння науково-технічному співробітництву;
- усунення технічних бар'єрів в міжнародній торгівлі, що є наслідком негармонізованих нормативних документів.

Міжнародні стандарти не мають статусу обов'язкових для всіх країн-учасниць. Будь-яка країна світу вправі застосовувати або не застосовувати їх. Вирішення питання про застосування міжнародного стандарту ISO пов'язано в основному зі ступенем участі країни в міжнародному поділі праці і станом зовнішньої торгівлі. Керівництво ISO/IEC 21:2004 передбачає пряме і непряме застосування міжнародного стандарту.

**Пряме застосування** - це застосування міжнародного стандарту незалежно від її прийняття в будь-якому іншому нормативному документі.

**Непряме застосування** - застосування міжнародного стандарту за допомогою іншого нормативного документа, в якому цей стандарт був прийнятий.

На практиці під міжнародними стандартами часто мають на увазі також регіональні стандарти і стандарти, розроблені науково-технічними товариствами та прийняті в якості норм різними країнами світу.

**Регіональна стандартизація** – стандартизація, що проводиться на відповідному регіональному рівні, участь у ній відкрита для відповідних органів країн певного географічного або економічного простору.

## **11.2. Основні завдання та принципи стандартизації в Україні**

**Головне завдання стандартизації** – створення системи нормативної документації, яка визначає прогресивні вимоги до продукції, що виготовляється для потреб народного господарства, населення та експорту, до розробки, вироблення та застосування продукції, а також для забезпечення контролю за правильністю використання цієї документації.

**Метою стандартизації в Україні є:**

- забезпечення раціонального використання природних ресурсів;
- забезпечення відповідності об'єктів стандартизації їх функціональному призначенню;
- інформування споживачів про якість продукції, процесів та послуг;
- підтримка розвитку і міжнародної конкурентоспроможності продукції та торгівлі товарами і послугами.

**Цілі стандартизації включають такі поняття:**

**Відповідність призначенню** – це здатність виробу, процесу чи послуги виконувати певну функцію за заданих умов.

**Сумісність** – це придатність виробів, процесів чи послуг для сумісного використання у відповідних умовах для задоволення певних потреб без спричинення небажаної взаємодії.

**Взаємозамінність** – це здатність одного виробу, процесу чи послуги бути використаним замість інших для задоволення тих самих потреб. Функціональний аспект взаємозамінності називається «функціональна взаємозамінність», а розмірний аспект – «розмірна взаємозамінність».

**Обмеження різноманітності** – це вибір оптимальної кількості розмірів або зразків виробів, процесів чи послуг для задоволення основних потреб. Обмеження різноманітності пов'язане, звичайно, зі зменшенням їх кількості.

**Безпека** – це відсутність неприйнятної ризику завдання шкоди. У сфері стандартизації безпечність продукції, процесів і послуг розглядають, як правило, з погляду досягнення оптимального балансу низки чинників, враховуючи не тільки технічні фактори, а й поведінку людини тощо.

**Захист навколишнього природного середовища (захист довкілля)** – це оберігання навколишнього природного середовища від несприятливої дії продукції, процесів і послуг.

**Захист продукції** – схоронність продукції в кліматичних чи інших несприятливих умовах під час її використання, транспортування чи зберігання.

**В Україні стандартизація, що має державний характер, спрямована на забезпечення:**

- єдиної технічної політики з питань стандартизації;
- захисту інтересів вітчизняних виробників та споживачів продукції (процесів, робіт, послуг);
- економії всіх видів ресурсів;
- відповідності продукції (процесів, робіт, послуг) світовому рівню по якості та надійності;
- гармонізації національних нормативних документів зі світовими аналогами;
- відповідності вимог нормативних документів законодавчим актам;
- сприяння виходу української продукції на світовий ринок.

**Державна політика у сфері стандартизації базується на таких принципах:**

- забезпечення участі фізичних і юридичних осіб в розробленні стандартів та вільного вибору ними видів стандартів при виробництві чи постачанні продукції, якщо інше не передбачено законодавством;
- відкритості та прозорості процедур розроблення і прийняття стандартів з урахуванням інтересів усіх зацікавлених сторін, підвищення конкурентоспроможності продукції вітчизняних виробників;
- доступності стандартів та інформації щодо них для користувачів;
- відповідності стандартів законодавству;
- адаптації до сучасних досягнень науки і техніки з урахуванням стану національної економіки;
- пріоритетності прямого впровадження в Україні міжнародних та регіональних стандартів;
- дотримання міжнародних та європейських правил і процедур стандартизації;
- участі у міжнародній (регіональній) стандартизації;
- прийняття і застосування органами стандартизації на території України

**Основними методичними принципами стандартизації є:**

- плановість;
- перспективність;
- оптимальність;
- динамічність;
- системність;
- обов'язковість.

**Принцип плановості** забезпечується шляхом складання перспективних і поточних планів з розробки, розвитку і проведення робіт зі стандартизації.

**Принципи перспективності** забезпечуються розробкою і випуском випереджувальних стандартів, в яких запроваджуються підвищені норми та вимоги до об'єктів стандартизації відносно досягнутого рівня. До того ж норми

та вимоги, які запроваджуються у стандартах, будуть оптимальними в майбутньому.

**Принцип оптимальності** передбачає вироблення й прийняття таких норм, правил та вимог, що забезпечують народному господарству оптимальні втрати ресурсів: сировинних, матеріальних, енергетичних, економічних, соціальних.

**Принцип динамічності** передбачає періодичну перевірку стандартів та іншої нормативної документації, внесення до них змін, а також своєчасний перегляд і відміну стандартів. Чинні стандарти підлягають періодичній перевірці. Під час перевірки визначають науково-технічний рівень стандартів, за потреби розробляють пропозиції щодо оновлення застарілих показників, норм, характеристик, вимог, термінів, визначень, позначень, одиниць фізичних величин. Результати перевірки можуть слугувати підставою для перегляду стандарту.

**Принцип системності** забезпечується розробкою нормативних документів (НД) на об'єкти стандартизації, що належать до певної галузі та встановлюють взаємопогоджені вимоги до всіх об'єктів на підставі загальної мети. Цей принцип визначає розробку стандартів чи іншої нормативної документації як елемента системи і приводить до упорядкування закономірно розміщених і взаємопов'язаних конкретних об'єктів стандартизації в єдину систему. При цьому вони пов'язані між собою внутрішньою сутністю.

**Принцип обов'язковості** визначає законодавчий характер стандартизації. В Україні стандарти та інша НД мають обов'язковий характер, їх повинні дотримуватись усі підприємства і організації незалежно від форми власності. За порушення вимог стандартів, іншої НД передбачена юридична відповідальність згідно з чинним законодавством.

### 11.3 Методи стандартизації

На основі принципів стандартизації була сформована система її методів, які наведені на рисунку 11.2.

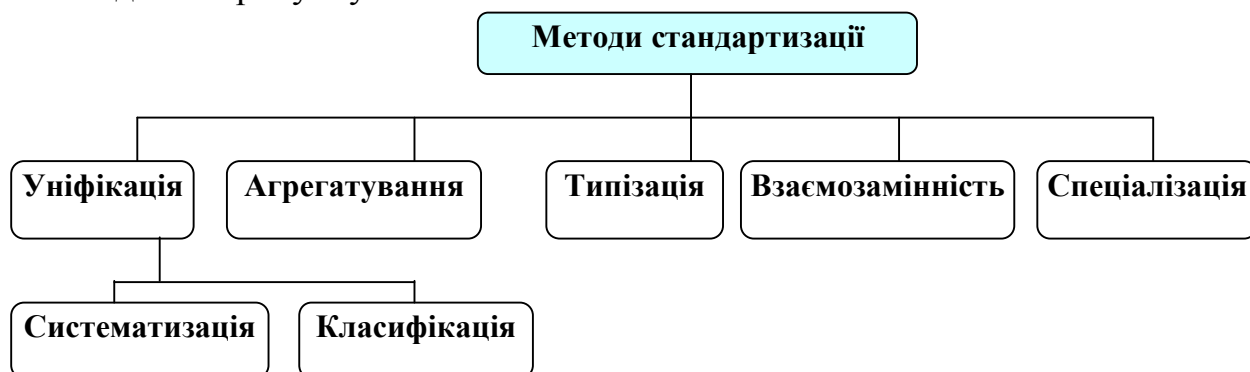


Рисунок 11.2 - Методи стандартизації



**1 Уніфікація** – найбільш поширений та ефективний метод стандартизації, який передбачає приведення об'єктів до одноманітності на основі встановлення раціонального числа їх різновидів. Уніфікація спрямована на зниження кількості різновидів виробів за рахунок їх комбінування та змін конструкцій. Це раціональне скорочення числа типів, видів і розмірів виробів однакового функціонального призначення.

Уніфікація дає змогу знизити вартість виробництва нових виробів, підвищити серійність та рівень автоматизації виробничих процесів, знизити трудомісткість виготовлення, організувати спеціалізовані виробництва.

Основою уніфікації є:

- систематизація;
- класифікація.

**Систематизація** – це розподілення предметів, продукції, явищ чи понять у визначеному порядку та послідовності, які утворюють чітку систему, зручну для використання. Прикладами такої системи можуть слугувати періодична система хімічних елементів Д. І. Менделєєва, міжнародна система одиниць фізичних величин (SI), Національна система стандартизації, граматична система мови, система управління якістю продукції, система дорожнього руху автомобільного транспорту тощо.

**Класифікація** – це розподілення предметів, продукції, явищ чи понять за групами, розрядами, класами залежно від їх загальних суттєвих ознак. Мета класифікації – об'єднання окремих, розрізнених, здавалося б, неоднакових предметів і явищ у споріднені групи. У результаті класифікації безліч об'єктів перетворюється в упорядковану, побудовану за визначеними правилами систему, що значно полегшує здійснення робіт зі стандартизації. Наукова класифікація має винятково велике теоретичне і практичне значення для будь-якої науки. Прикладами класифікації можуть бути: класифікація видів транспорту, класифікація дорожньо-транспортних засобів, класифікація товарів народного споживання, класифікація харчових речовин і харчових продуктів, класифікація конкретних видів продукції, державні класифікатори України, міжнародна класифікація стандартів (ICS), класифікація національних та міждержавних стандартів тощо.

Найбільш елементарним видом уніфікації є **симпліфікація** – усунення невиправданої різноманітності однойменних об'єктів шляхом простого скорочення кількості їх різновидів до технічно й економічно необхідної з точки зору задоволення існуючих потреб суспільства. Симпліфікація використовується для раціонального обмеження номенклатури об'єктів при розробці обмежувальних стандартів.

Розрізняють наступні види уніфікації: типорозмірна, внутрішньотипова, міжтипowa.

**2 Агрегативання** – метод стандартизації, який полягає в утворенні виробів шляхом компонування їх із обмеженої кількості стандартних і уніфікованих деталей, вузлів і агрегатів, що мають геометричну та функціональну взаємозамінність. Агрегативання забезпечує поширення області застосування машин шляхом заміни їх окремих вузлів і блоків, можливістю компонувати машини, прилади, устаткування різного функціонального призначення з окремих вузлів. Цей метод дає змогу також збільшити номенклатуру машин і устаткування, що виробляються за рахунок модифікації їх основних типів і утворення різних виконань.

**3 Типізація** – метод стандартизації, спрямований на розробку типових конструктивних, технологічних, організаційних й інших рішень на основі загальних технічних характеристик для деяких виробів, процесів, методів управління. Цей метод називають методом «базових конструкцій», адже у процесі типізації вибирається об'єкт, найбільш характерний для цієї сукупності, з оптимальними властивостями. При визначенні конкретного об'єкта-виробу, технологічного процесу чи організаційного питання вибраний об'єкт (типовий) може зазнавати лише деяких часткових змін чи доробки. Типізація є поширенням великої кількості функцій на малу кількість об'єктів, тому що забезпечує зберігання тільки типових об'єктів з цієї сукупності.

**4 Взаємозамінність** – це придатність одного виробу, процесу, послуги для використання замість іншого виробу, процесу, послуги з метою відповідності одним і тим же вимогам. Взаємозамінність досягається за рахунок обробки креслень виробу шляхом розмірних розрахунків, підбору необхідних матеріалів, установлення відповідних технічних вимог, а також застосування таких методів обробки, при яких розбіжність розмірів деталей вкладається в поле допуску. Взаємозамінність забезпечується шляхом установлення в стандартах, кресленнях та іншій нормативній документації єдиних номінальних розмірів для сполучення деталей та виробів, відповідних допустимих меж розмірів, геометричних форм і регламентації вимог щодо якості матеріалів за механічними, фізичними та хімічними нормативами тощо. Усе це дає змогу незалежно використовувати деталі та вузли та забезпечувати безперебійну роботу готового виробу.

Функціональні вимоги найбільш повно враховуються при застосуванні методу функціональної взаємозамінності. Під цим методом розуміють визначення точності геометричних та фізико-хімічних параметрів деталей і вузлів на основі суворо встановлених зв'язків між цими параметрами та експлуатаційними показниками.

Розрізняють такі види взаємозамінності: повна, неповна, зовнішня, внутрішня.

**5 Спеціалізація** – це організаційно-технічні заходи, спрямовані на створення виробництв чи підприємств з реалізації однотипної продукції в

масовому або багатосерійному масштабі з використанням оптимальної технології при мінімальній собівартості та їх найкращій якості. Базою для розвитку робіт зі спеціалізації є уніфікація, агрегування, типізація і взаємозамінність.

Залежно від об'єктів стандартизації вона може бути: предметною, подетальною, технологічною, функціональною.

**Предметна** спеціалізація полягає в тім, що на окремих підприємствах зосереджується випуск певної продукції, яка відповідає профілю підприємства. Предметна спеціалізація – це початкова форма спеціалізації виробництва.

**Подетальна** спеціалізація полягає в тому, що в процесі виготовлення виділяється виробництво окремих деталей, вузлів чи складальних одиниць. Цей вид спеціалізації економічно найбільш вигідний.

**Технологічна** спеціалізація – це виділення окремих стадій технологічного процесу в спеціалізовані заводи, цехи, ділянки. Наприклад: виробництво відливок, штамповок; організація прядильних, ткацьких і оброблюваних фабрик в текстильній промисловості тощо. При технологічній спеціалізації збільшуються масштаби виробництва, підвищується продуктивність праці, знижується собівартість продукції, раціонально використовуються засоби виробництва.

**Функціональна** спеціалізація виникла як наслідок розподілу і кооперування праці в галузі допоміжного обслуговування виробництва. Наприклад, спеціалізований ремонт холодильників, автомобілів, побутової техніки тощо.

Залежно від галузі розповсюдження спеціалізація може бути: заводською, галузевою, міжгалузевою, міжнародною.

З цими всіма методами тісно пов'язана **параметрична стандартизація**. Параметрична стандартизація - це вибір і обґрунтування доцільної номенклатури та чисельного значення параметрів об'єкта. Параметр - це кількісна характеристика властивостей продукції, послуги або процесу. Продукція певного типу характеризується рядом параметрів, набір значень яких називається параметричним рядом. Вибір та обґрунтування параметричного ряду для того чи іншого об'єкта здійснюється за допомогою математичних методів.

#### 11.4 Нормативні документи

**Нормативний документ** – це документ, який установлює правила, загальні принципи чи характеристики різних видів діяльності або їх результатів. Цей термін охоплює такі поняття, як **стандарт, кодекс ustalеної практики та технічні умови** (рис. 11.3).

Під **нормативним документом** (НД) слід розуміти будь-який носій з відображеною в ньому інформацією. Нормативні документи містять показники, що можуть бути охарактеризовані кількісно й якісно.

Залежно від рівня органу, який приймає чи схвалює нормативні документи із стандартизації, вони поділяються на:

- національні стандарти, правила усталеної практики та класифікатори, прийняті чи схвалені центральним органом виконавчої влади з питань стандартизації, а також видані ним каталоги та реєстри загальнодержавного застосування (національні НД);

- стандарти, технічні умови та правила усталеної практики, прийняті чи схвалені іншими органами та організаціями, що займаються питаннями стандартизації, а також видані ними каталоги (НД організацій).



Рисунок 11.3 - Види нормативних документів

**Стандарт** – документ, розроблений на основі консенсусу та затверджений уповноваженим органом, що встановлює призначені для загального і багаторазового використання правила, інструкції або характеристики, які стосуються діяльності чи її результатів, включаючи продукцію, процеси або послуги, дотримання яких є **необов’язковим**.

Стандарт може містити вимоги до термінології, позначок, пакування, маркування чи етикетування, які застосовуються до певної продукції, процесу чи послуги.

До національних стандартів України прирівнюються **державні класифікатори** техніко-економічної та соціальної інформації. Порядок розроблення і застосування державних класифікаторів встановлюється центральним органом виконавчої влади з питань стандартизації.

**Консенсус** – загальна згода, яка характеризується відсутністю серйозних суперечок із суттєвих питань у більшості зацікавлених сторін та досягається в результаті процедури, спрямованої на врахування думки всіх сторін та зближення розбіжних точок зору.

Стандарт є основним нормативним документом у галузі стандартизації. Стандарти можуть бути розроблені як на матеріальні предмети (продукцію, еталони, зразки тощо), так і на норми, правила, вимоги до об’єктів організаційно-методичного та загально-технічного характеру.

Стандарти застосовуються на **добровільній основі**, за винятком випадків, коли застосування цих стандартів вимагають технічні регламенти. Стандарти застосовуються безпосередньо чи шляхом посилання на них в інших документах.

**Міжнародний та регіональний стандарти** – стандарти, прийняті відповідно до міжнародних та регіональних органів стандартизації.

**Національні стандарти** – державні стандарти України, прийняті центральним органом виконавчої влади з питань стандартизації та доступні для широкого кола користувачів.

**Кодекс усталеної практики (звід правил)** – документ, що містить практичні правила чи процедури проектування, виготовлення, монтажу, технічного обслуговування, експлуатації обладнання, конструкцій чи виробів. Кодекс усталеної практики може бути стандартом, частиною стандарту або окремим документом.

Кодекси усталеної практики розробляють на устаткування, конструкції, технічні системи, вироби тої самої чи подібної функціональної призначеності, але які різняться конструктивним виконанням чи принципом дії, для яких аспекти проектування, виготовлення чи встановлення (монтажу), експлуатації чи утилізації є визначальними для їх безпечного функціонування (житлові, промислові будівлі та споруди, котли, посудини, що працюють під тиском, компресорне устаткування тощо).

**Технічні умови** – документ, що встановлює технічні вимоги, яким повинні відповідати продукція, процеси чи послуги. Технічні умови (ТУ) можуть бути стандартом, частиною стандарту або окремим документом.

#### **Позначення нормативних документів**

Позначання нормативного документа складається з індексу, номера та року прийняття.

Встановлено такі індекси нормативних документів:

а) національного рівня:

«ДСТУ» – національний стандарт;

«ДСТУ-П» – пробний стандарт;

«ДСТУ-Н» – настанова, правила, звід правил, кодекс усталеної практики, що не є стандартом;

«ДК» – державний класифікатор;

«ДСТУ-ЗТ» – технічний звіт.

б) інших рівнів:

«СОУ» – стандарт організації;

«ТУ У» – технічні умови, що не є стандартом;

«СТУ» – стандарт наукового, науково-технічного або інженерного товариства чи спілки.

### **Контрольні питання**

1. Що визначає термін «стандартизація»?
2. Що є метою стандартизації в Україні?
3. Охарактеризуйте принципи та методи стандартизації.
4. Основні форми стандартизації та їх характеристика.
5. Які законодавчі документи поклали початок розвитку стандартизації в незалежній Україні?
6. Дайте визначення терміна «нормативний документ». Види нормативних документів.
7. Дайте визначення терміна «стандарт» та характеристику основних видів стандартів. Які вимоги містять стандарти?
8. Визначення терміна «кодекс усталеної практики» та його тлумачення.
9. Що таке технічні умови? Які нормативні документи регламентують відносини між постачальниками і споживачами продукції?

## **ЛЕКЦІЯ № 12 ВЗАЄМОЗАМІННІСТЬ. ЄДИНА СИСТЕМА ДОПУСКІВ ТА ПОСАДОК**

### **12.1 Взаємозамінність та її види**

Організація виробництва механізмів, вузлів, деталей виробів та їх ремонт ґрунтуються на принципах взаємозамінності та стандартизації.

Перші згадки про стандартизацію і взаємозамінність відносяться до стародавніх віків. Так у стародавньому Єгипті при будівництві різних споруд використовувалася цегла постійного розміру, коли для контролю цегли була створена особлива служба.

При будівництві Вавилонської вежі було використано 85 млн цеглин, які мали однакову форму і розміри. Глазурована блакитна цегла для облицювання верхнього 15-метрового поверху вежі була виготовлена не тільки з урахуванням постійного розміру, але й одного кольору, тобто цегла, розчин і колір глазурі були суворо стандартизовані.

Стародавні римляни застосовували принципи взаємозамінності при будівництві водопроводу. Одночасно було встановлено єдині вимоги до розміру діаметру водопровідних труб. Використовувалися труби діаметром у п'ять пальців, що складало 95 мм. Порушення цих вимог суворо каралися, аж до смертної кари.

**Взаємозамінність** - властивість елементів конструкції, виготовлених з певною точністю геометричних, механічних, електричних та інших параметрів, забезпечувати задані експлуатаційні показники незалежно від часу і місця виготовлення при складанні, ремонті і заміні цих елементів.

**Основні переваги здійснення принципу взаємозамінності у сфері виробництва, експлуатації і ремонту полягають у наступному:**

1. Спрощуються, прискорюються і здешевлюються проектно-конструкторські роботи із створення нових машин і механізмів, оскільки конфігурація, точність і технічні вимоги до основних елементів стандартизовані (різі, шліци, зубчасті передачі, шпонки, підшипники тощо).

2. Завдяки відсутності припасувальних робіт і обробки по місцю складання машин значно спрощується і створюється певний ритм складального процесу, що дає можливість підвищити продуктивність складальних робіт шляхом організації конвеєрного потокового виробництва.

3. Спрощується і здешевлюється виготовлення машини в результаті регламентації точності заготовок на всіх стадіях механічної обробки, застосування досконаліших методів контролю і здешевлення складання. Якість продукції стає стабільною, підвищується її надійність.

4. Незалежне виготовлення деталей машин створює широкі можливості для кооперації різних виробників, а отже, створює передумови високої спеціалізації виробництва та випуску уніфікованої продукції.

5. Здешевлюється експлуатація машин за рахунок прискорення ремонту і підвищення його якості.

Основні види взаємозамінності показано на схемі (рис. 8.1):



*Рисунок 12.1 - Види взаємозамінності*

**1 Повна взаємозамінність.** Повністю взаємозамінними називаються деталі і вузли, що встановлюються при складанні без додаткових операцій по обробці, без регулювання та підбору.

Повна взаємозамінність можлива тільки коли розміри, форма, механічні, електричні й інші якісні і кількісні характеристики деталей і складальних одиниць після виготовлення знаходяться в заданих межах і зібрані вироби задовольняють технічним вимогам.

При повній взаємозамінності спрощується процес складання, а також ремонт виробів, тому що будь-яка зношена чи поламана деталь або складальна одиниця може бути замінена новою (запасною). Повну взаємозамінність економічно доцільно застосовувати для деталей, виготовлених з допусками квалітетів не вище 6-го.

**2 Неповна взаємозамінність.** Іноді для задоволення експлуатаційних вимог необхідно виготовляти деталі і складальні одиниці з економічно не прийнятими чи технологічно важко досяжними допусками. Такий випадок називають неповною (обмеженою) взаємозамінністю.

У разі неповної взаємозамінності для одержання необхідної точності складання застосовують:

- груповий підбір деталей (селективне складання) — метод складання машин і механізмів, при якому здійснюють відповідний підбір деталей, що працюють у парі. Деталі, які поступають на складання сортують за розмірними групами, всередині яких деталі, що сполучаються (охоплювана і охоплювальна) мають найсприятливіші для з'єднання дійсні розміри;

- регулювання положення деяких частин виробів — необхідні характеристики досягаються регулюванням спеціального елемента шляхом зміни місця, положення або введення додаткового елемента;

- припасування деталей — для досягнення заданих властивостей конструкції змінюють параметри елемента (заздалегідь призначеного), до необхідних значень для успішного збирання.

По відношенню до об'єкта розрізняють взаємозамінність зовнішню і внутрішню.

**3 Зовнішня взаємозамінність** — це взаємозамінність покупного виробу:

- розмірна — мається на увазі взаємозамінність за розмірами і формою приєднувальних поверхонь;

- параметрична — мається на увазі взаємозамінність виробу за експлуатаційними показниками.

Наприклад, в електродвигунах зовнішню взаємозамінність забезпечують за розмірами приєднувальних поверхонь (розмірна), а також, за частотою обертання вала і потужністю (параметрична).

**4 Внутрішня взаємозамінність** поширюється на деталі, складальні одиниці і механізми, що входять в об'єкт. Наприклад, кулькові підшипники мають повну зовнішню взаємозамінність, оскільки за своїм призначенням і монтажними розмірами взаємозамінні, але разом з тим окремі їхні частини (внутрішні і зовнішні кільця, кульки) не взаємозамінні між собою, оскільки подаються на складання тільки селективно підібраними комплектами, тобто не мають внутрішньої взаємозамінності (окремі частини кулькового чи роликового підшипників не взаємозамінні).

**5 Функціональна взаємозамінність** — це такий засіб конструювання і виготовлення машин при якому взаємозамінність забезпечена за відповідними функціями (потужність, кількість обертів). Функціональну взаємозамінність потрібно створити з моменту проектування судна чи вузла. Для цього уточнюються номінальні значення експлуатаційних показників і визначаються допустимі відхилення від них. Потім встановлюють основні вузли і деталі, від



яких, насамперед, залежать дані показники. Для цих вузлів і деталей застосовують такі матеріали й технологію виготовлення, щоб надійність, довговічність та інші показники були оптимальними. Після цього виявляють функціональні параметри і встановлюють оптимальні відхилення. Для впровадження функціональної взаємозамінності важливого значення набувають методи і засоби, які застосовують та розробляють для контролю деталей, вузлів, механізмів.

Принцип функціональної взаємозамінності є одним із головних принципів конструювання і виробництва, контролю та експлуатації різноманітних машин і вузлів. Від значень і коливань функціональних параметрів залежать експлуатаційні показники виробів. Наприклад, зміна величини зазору між поршнем і гільзою змінює потужність двигунів.

Для функціональної взаємозамінності важливо забезпечувати взаємозамінність вихідної сировини або матеріалу, заготовок або напівфабрикатів. Велике значення має також взаємозамінність заготовок за розмірами міжопераційних посадочних поверхонь.

Принцип функціональної взаємозамінності є одним із важливіших принципів конструювання, виробництва, контролю, експлуатації та ремонту виробів.

### **6 Ряди переважних чисел**

Для полегшення виконання умов взаємозамінності рекомендується використовувати нормальні лінійні розміри, встановлені на основі стандартних рядів переважних чисел.

Ряди переважних чисел - це впорядкована послідовність чисел, призначена для уніфікації значень технічних параметрів. Ряди переважних чисел створюються на основі числових послідовностей. Це можуть бути :

- арифметична прогресія. Наприклад , шкала звичайної лінійки : 0 - 5 - 10 - 15 - ..., з постійним членом ряду (різниця між наступними і попередніми значеннями ), рівним 5;

- східчасто - арифметична прогресія. Наприклад, ряди посадкових розмірів внутрішніх кілець підшипників кочення, для яких в ряду діаметрів від 20 мм до 110 мм постійний член ряду становить 5 мм, в ряду діаметрів від 110 мм до 200 мм - 10 мм і в ряду діаметрів понад 200 мм - 20 мм;

- геометрична прогресія. Наприклад, кількість аркушів у зошитах різних об'ємів: 12 - 24 - 48 - 96, то є ряд зі знаменником прогресії  $q = 2$ ;

- змішана арифметично-геометрична прогресія. Наприклад, стандартні діаметри метричної різьби: ... - 1,2 - 1,6 - 2 - 2,5 - 3 - 4 - 5 - 6 - 8 - 10 - ....

Арифметичним рядам властива відносна нерівномірність розташування сусідніх членів, то є старші члени ряду розташовані відносно ближче, ніж молодші. У геометричних прогресій цей недолік відсутній, і тому вони застосовуються частіше.

Найбільш поширені геометричні прогресії зі знаменником  $q = \sqrt[n]{10}$ , де ступінь кореня  $n = 5, 10, 20, 40, 80$ . Це - стандартні ряди кращих чисел (ГОСТ 8032-84), відповідно позначаються R5, R10, R20, R40, R80. Вони пов'язані з ім'ям француза Ренара, який першим запропонував використовувати для цих цілей геометричну прогресію зі знаменником  $n = 5$ .

Кожен ряд містить в кожному десятичному інтервалі відповідно 5, 10, 20 і 40 різних чисел. Більш рідкісний ряд завжди є кращим по відношенню до більш частого. Значення часто використовуваних перших чотирьох рядів у порядку їх переваги

- R5: 1 — 1,6 — 2,5 — 4 — 6,3;
- R10: 1 — 1,25 — 1,6 — 2 — 2,5 — 3,15 — 4 — 5 — 6,3 — 8;
- R20: 1 — 1,12 — 1,25 — 1,4 — 1,6 — 1,8 — 2 — 2,24 — 2,5 — 2,8 — 3,15 — 3,55 — 4 — 4,5 — 5 — 5,6 — 6,3 — 7,1 — 8 — 9;
- R40: R20 и 1,06 — 1,18 — 1,3 — 1,5 — 1,7 — 1,9 — 2,1 — 2,4 — 2,6 — 3 — 3,35 — 3,76 — 4,2 — 4,7 — 5,3 — 5,6 — 6 — 6,7 — 7,5 — 8,4.

Члени цих рядів у порівнянні з точними значеннями округлені в межах 1,3 %. Переважні числа інших десятикових порядків отримують множенням або розподілом на 10, 100 і т. д.

У електротехніці застосовують ряди E, рекомендовані МЕК ISO, зі знаменником геометричної прогресії  $q = \sqrt[k]{10}$ , ступені кореня  $k$  якого рівні 3, 6, 12 ...: E3, E6, E12,....

Ряди переважних чисел широко застосовуються в техніці. Так, на основі рядів переважних чисел розроблені ряди нормальних лінійних розмірів (ГОСТ 6636-69). Вони позначаються як Ra5, Ra10, Ra20, Ra40, Ra80 і мають велику ступінь округлення (порядку 5 %). Для кутових розмірів у ГОСТ 8908-81 наведені три ряди нормальних кутів. Застосування цих рядів дозволяє:

- уніфікувати посадочні розміри деталей (як наслідок, наприклад, в серійному виробництві скорочується кількість типорозмірів деталей, необхідних для комплектації різних виробів),
- використовувати типовий сортамент і заготовки (листи, труби, круги, дріт і т. д.),
- використовувати типовий інструмент (свердла, фрези і т. д.).

## **7 Система допусків і посадок**

**Система допусків і посадок** - сукупність допусків і посадок, закономірно побудованих на основі досвіду, теоретичних і експериментальних досліджень і оформлених у вигляді стандартів.

Система призначена для вибору мінімально необхідних, але достатніх для практики варіантів допусків і посадок типових з'єднань деталей машин. Оптимальні градації допусків і посадок є основою стандартизації різальних інструментів і вимірювальних засобів, забезпечують досягнення

взаємозамінності виробів та їх складових частин, зумовлюють підвищення якості продукції.

### **Принципи побудови**

З урахуванням досвіду використання та вимог національних систем допусків система допусків і посадок складається з двох рівноправних систем допусків і посадок: системи отвору і системи валу. Виділення названих систем викликано відмінностями в способах утворення посадок.

Посадка в системі отвору - система посадок, в яких задані зазори або натяги отримують з'єднуванням валів різних полів допусків з отворами одного поля допуску. Для цілей допусків і посадок за системою ISO система посадок, в якій найменший граничний розмір отвору ідентичний номінальному розміру, тобто нижній відхил дорівнює нулю.

Посадка в системі валу - система посадок, в яких задані зазори або натяги отримують з'єднуванням отворів різних полів допуску з валами одного поля допуску. Для цілей допусків і посадок за системою ISO, система посадок, система посадок, в якій найбільший граничний розмір вала ідентичний номінальному розміру, тобто верхній відхил дорівнює нулю.

Система отвору має ширше застосування в порівнянні з системою вала, що пов'язано з її перевагами техніко-економічного характеру на стадії відпрацювання конструкції. Для обробки отворів з різними розмірами необхідна мати і різні комплекти ріжучих інструментів (свердла, зенкери, тощо), а вали незалежно від їх розміру обробляють одним і тим же різцем чи шліфувальним кругом. Таким чином, система отвору вимагає істотно менших витрат виробництва як в процесі експериментальної обробки з'єднання, так і в умовах масового або великосерійного виробництва.

Система вала має перевагу, коли вали не вимагають додаткової обробки на основі розміточних операцій, а можуть піти у складання після так званих заготівельних технологічних процесів.

При виборі системи посадок необхідно враховувати допуски на стандартні деталі і складові частини виробів: підшипниках кочення посадки внутрішнього кільця на вал здійснюються в системі отвору, а посадка зовнішнього кільця в корпус виробу — в системі вала.

Допуск - різниця між найбільшим і найменшим граничними значеннями (розмірів, масової частки, маси), задається на геометричні розміри деталей, механічні, фізичні і хімічні властивості. Призначається (обирається) виходячи з технологічної точності або вимог до виробу (продукту). Будь-яке значення параметра, котре опиняється в заданому інтервалі, є припустимим.

### **Основні поняття системи допусків і посадок.**

Допуск розміру характеризує розсіювання дійсних розмірів в межах від найбільшого до найменшого гранично допустимих розмірів, фізично визначає величину офіційно дозволеної похибки дійсного розміру елемента деталі в

процесі його виготовлення. Допуск розміру завжди додатна величина і регламентується системою допусків і посадок (рис. 12.2).

Допуски і посадки позначаються наступним чином:

Допуск ІТ = International tolerance;

Верхнє і нижнє відхилення: ES = Ecart Supérieur, EI = Ecart Interieur.

Для отворів — великі букви (ES, D), для валів — малі (es, d).

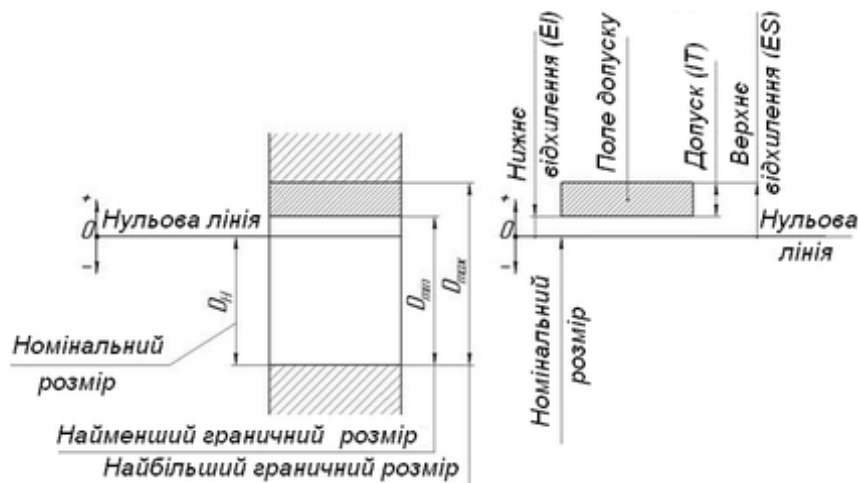


Рисунок 12.2 - Система допусків і посадок

Основні визначення системи допусків і посадок:

Розмір — числове значення лінійної величини (діаметра, довжини тощо) у вибраних одиницях вимірювання.

Номінальний розмір — розмір, відносно якого визначаються граничні розміри і який застосовується для відліку відхилень. Номінальні розміри обирають під час конструювання на основі розрахунків або за конструктивними міркуваннями і проставляють на кресленні деталі або з'єднання деталей. Номінальні розміри після розрахунків округлюють до найближчого з рядів нормальних лінійних розмірів згідно з ГОСТ 6636-69, реалізованих на основі рядів переважних чисел.

Дійсний розмір — розмір елемента, встановлений вимірюванням.

Граничні розміри — Два граничні припустимі розміри елемента, між якими повинен знаходитись (або яким може дорівнювати) дійсний розмір.

На кресленні деталі або з'єднанні проставляють номінальні розміри, а кожний з двох граничних розмірів визначають за його відхиленням від номінального.

Відхилення (відхил) — алгебрична різниця між розміром (дійсним або граничним) і відповідним номінальним розміром.

Дійсне відхилення (відхил) — алгебрична різниця між дійсним і відповідним номінальним розмірами.

Граничне відхилення (відхил) — алгебрична різниця між граничним і відповідним номінальним розмірами. Розрізняють верхнє та нижнє граничні відхилення

Верхнє відхилення (відхил)  $ES, es$  — алгебрична різниця між найбільшим граничним і відповідним номінальним розмірами.

Нижнє відхилення (відхил)  $EI, ei$  — алгебрична різниця між найменшим граничним і відповідним номінальним розмірами.

Основне відхилення (відхил) — одне з двох граничних відхилень (верхнє чи нижнє), що визначає положення поля допуску відносно нульової лінії. В цій системі допусків та посадок основним є відхилення, найближче до нульової лінії.

Нульова лінія — лінія, що відповідає номінальному розміру, від якої відкладаються відхилення розмірів у разі графічного зображення полів допусків та посадок. Якщо нульова лінія розташована горизонтально, то додатні відхилення відкладаються вгору від неї, а від'ємні — вниз.

Стандартний допуск  $IT$  — будь-який з допусків, що встановлюється системою допусків та посадок.

Поле допуску — поле, обмежене найбільшим і найменшим граничними розмірами, яке визначається величиною допуску і його положенням відносно номінального розміру. У разі графічного зображення поле допуску міститься між двома лініями, що відповідають верхньому та нижньому відхиленням відносно нульової лінії.

Квалітет (міра точності) — сукупність допусків, що розглядаються як відповідні одному рівню точності для всіх номінальних розмірів.

Одиниця допуску  $i, I$  — множник у формулах допусків, що є функцією номінального розміру та який служить для визначення числового значення допуску.

Вал — термін, що умовно застосовується для позначення зовнішніх елементів деталей, включаючи і нециліндричні елементи.

Отвір — термін, що умовно застосовується для позначення внутрішніх елементів деталей, включаючи і нециліндричні елементи.

Посадка — характер з'єднання двох деталей, визначений різницею їх розмірів до складання.

Величина допуску визначається квалітетом і розміром.

Квалітет є мірою точності. Зі збільшенням квалітету точність зменшується (допуск зростає).

Допуск за квалітетом позначається буквами  $IT$  із вказанням номера квалітету, напр.  $IT8$  — допуск за 8 квалітетом.

Квалітети від 01 до 4-го застосовуються для визначення точності виготовлення калібрів, і контркалібрів.

Квалітети від 5-го до 12-го застосовують для виготовлення деталей, що утворюють з'єднання.

Квалітети від 13-го до 18-го застосовують для задання параметрів елементів деталей, котрі не беруть участь у з'єднаннях і не справляють на них визначального впливу.

Основна залежність завдання допусків розмірів:

$$IT, \text{ мкм} = K \times i,$$

де  $K$  — квалітет (число одиниць допуску);

$i$  — одиниця допуску, мкм.

На діаметри від 1 до 500 мм одиниця допуску функціонально зв'язана з номінальним розміром залежністю:

$$i = 0,45\sqrt[3]{D} + 0,001D, \text{ мкм}.$$

Абсолютна величина допуску залежно від квалітету і розміру наведена в таблиці 12.1

Аналогічні значення регламентуються стандартом на допуски і посадки (Limits and Fits) ISO 286-1:1988.

### Допуск форми і розташування поверхонь

Відхилення, або похибки, форми і розташування поверхонь істотно впливають на параметри роботи механізмів, найважливішими з яких є точність і довговічність. Головна відмінність таких відхилень від похибок розмірів полягає у тому, що останні (якщо відсутні відхилення форми і розташування поверхонь) можна компенсувати регулюванням в процесі складання або застосуванням рухомих чи нерухомих компенсаторів. Тому, одночасно із системою допусків і посадок для з'єднань по гладких поверхнях введені і стандарти на допуски форми і розташування поверхонь.

Таблиця 12.1 - Абсолютна величина допуску (в мікронах) залежно від квалітету і розміру

Розмір, мм	Допуск, мкм для квалітету																		
	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
До 3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600	1000
3—6	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750	1200
6—10	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900	1500
10—18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100	1800
18—30	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	12	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300	2100
30—50	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600	2500
50—80	0,8	1,5	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900	3000
80—120	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200	3500
120—180	1,2	2	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500	4000
180—250	2	3	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900	4600
250—315	2,5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200	5200
315—400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	2300	3600	5700
400—500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000	6300

**Допуск форми** — найбільше допустиме значення відхилення форми.

**Під відхиленням (похибкою)** форми розуміють невідповідність між формою реальної поверхні або профілю, одержаної при обробці (виготовленні), і теоретичною (номінальною) формою поверхні або профілю, що задана в

кресленні, яка оцінюється найбільшою відстанню від точок реального елемента по нормалі до прилеглого елемента.

**Допуск розташування** — границя, що обмежує допустиме значення відхилення розташування поверхонь деталей.

Відхилення взаємного розташування поверхонь найчастіше оцінюють такими параметрами, як відхилення від перпендикулярності, паралельності, співвісності, торцеве биття, радіальне биття тощо.

**Посадка** — в машинобудуванні це з'єднання деталей, вставлених одна в одну. Розрізняють посадки рухомі — з зазором, який дає змогу деталям, наприклад поршню в циліндрі, взаємно переміщуватись у процесі експлуатації, і нерухомі — з натягом, примусовим вклинюванням, яке перешкоджає будь-якому взаємному переміщенню деталей — наприклад втулки у шатуні.

#### **Види посадок**

Посадки за характером з'єднання деталей діляться на 3 групи (ДСТУ ISO 286-1-2002):

**Посадки з (гарантованим) зазором** — з'єднання з гарантованим зазором, тобто найменший допустимий розмір отвору більший від найбільшого граничного розміру вала або дорівнює йому. У системі отвору забезпечуються основними відхиленнями вала від  $a$  до  $h$  (у системі вала основними відхиленнями отвору від  $A$  до  $H$ ).

**Перехідні посадки** — з'єднання з можливим зазором або натягом залежно від дійсних розмірів валу і отвору. У системі отвору забезпечуються основними відхиленнями від  $j$  до  $n$  (у системі вала — від  $J$  до  $N$ , відповідно).

**Посадки з (гарантованим) натягом** — з'єднання з гарантованим натягом, тобто найбільший допустимий розмір отвору менший від найменшого допустимого розміру вала або дорівнює йому. У системі отвору забезпечуються основними відхиленнями валів  $p$  до  $z$  (у системі вала від  $P$  до  $Z$ , відповідно).

#### **Позначення посадок**

У технічній документації посадка позначається записом:

$$\varnothing 50 \frac{H7}{h6},$$

де  $\varnothing$  — умовна позначка діаметра;

50 — номінальний розмір обох деталей, що сполучаються, тобто отвору і валу;

H7 — поле допуску отвору;

h6 — поле допуску вала.

#### **Системи посадок**

Згідно з класифікацією існують дві системи посадок:

– посадка у системі отвору — посадка, в якій необхідні зазори і натяги утворюються сполученням різних полів допусків валів з полем допуску

основного отвору. Основною деталлю в такому з'єднанні є отвір з основним відхиленням Н.

– посадка у системі вала — посадка, в якій необхідні зазори і натяги утворюються сполученням різних полів допусків отворів з полем допуску основного вала. Основною деталлю такому з'єднанні є вал з основним відхиленням h.

В технічно обґрунтованих випадках допускаються інші посадки, які утворені з полів допусків за системою допусків і посадок. Це можуть бути посадки, які не відносяться ні до системи отвору, ні до системи вала. Їх називають несистемні посадки. Такі посадки, наприклад, застосовуються в шліцьових з'єднаннях. Наприклад:

$$\varnothing 40 \frac{H8}{e7}, \varnothing 40 \frac{E8}{h7}, \text{ тощо.}$$

**Вибір посадок.** Формально обидві системи посадок рівноправні, але практично майже завжди економнішими є посадки в системі отвору. Це пояснюється тим, що трудомісткість виготовлення точних отворів є вищою ніж точних валів. Крім того, для виготовлення точних отворів вимагаються складніші і дорожчі металорізальні інструменти та контрольно-вимірювальні прилади. При застосуванні посадок в системі отвору число типорозмірів інструменту зменшується, що знижує витрати на їх виготовлення чи покупку.

Але в деяких випадках з конструктивних міркувань приходить застосовувати систему вала, наприклад, коли на одній ступені вала повинні розміщуватися з'єднання декількох отворів однакового номінального розміру, але з різними посадками. Треба також при виборі системи посадки враховувати допуски на стандартні деталі. Наприклад, поверхню в корпусі для установки підшипника (вальниці) кочення треба обробляти по системі вала, а вал для з'єднання з внутрішнім кільцем підшипника кочення завжди слід виготовляти по системі отвору.

В сучасних умовах конструктори і технологи машинобудування застосовують три методи вибору допусків і посадок:

Метод прецедентів, або аналогів. Посадка вибирається по аналогії з посадкою у вузлі, що надійно працює. Складність методу полягає в оцінці та порівнянні умов роботи посадки в проектуваному вузлі з аналогами.

Метод подібності — розвиток методу прецедентів. Посадки обираються на підставі рекомендацій галузевих технічних документів та літературних джерел. Недоліком методу є, як правило, відсутність точних кількісних оцінок умов роботи з'єднань.

Розрахунковий метод є найбільш обґрунтованим методом вибору посадок. Величини зазорів або натягів розраховуються на підставі



напівемпіричних залежностей для тих чи інших умов роботи. Потім, по приведених і рекомендованих ДСТУ ISO 286-1-2002 посадках, підбирають, згідно з розрахованими зазорами або натягами необхідну посадку. Однак формули не завжди враховують складний характер фізичних явищ, що відбуваються в з'єднанні.

У будь-якому випадку нові дослідні зразки виробів перед запуском у серійне виробництво проходять цілу низку випробувань, за результатами яких окремі посадки можуть бути підкориговані.

## ЛЕКЦІЯ № 13 ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

### 13.1 Види рівня якості. Оцінка рівня якості продукції

**Технічний рівень** якості характеризується відносною величиною якості, що ґрунтується на співставленні значень показників, щодо технічної досконалості продукції, яка оцінюється відповідними базовими значеннями.

**Техніко-економічний рівень** якості, як і технічний, визначають також економічні показники якості, що характеризує економічну доцільність виробництва тієї чи іншої продукції.

**Нормативний рівень якості** характеризується дійсними числовими значеннями показників якості, які знаходяться в області, обмеженій граничними значеннями.

**Технічний рівень продукції** - відносна характеристика якості продукції, основана на порівнянні значень показників, що характеризують технічну досконалість оцінюваної продукції, та базових значень відповідних показників.

**Інтегральний показник якості продукції** - показник якості продукції, який характеризує відношення сумарного корисного ефекту від експлуатації чи споживання продукції до сумарних витрат на її виготовлення і експлуатацію чи споживання.

**Одиничний показник якості продукції** - показник якості продукції, що характеризує одну з її властивостей.

**Базове значення показника якості продукції** - значення показника якості продукції, прийняте за основу під час порівняльного оцінювання її якості.

**Оптимальне значення показника якості продукції** - значення показника якості продукції, за якого досягається або найбільший ефект від експлуатації або споживання продукції за заданих витрат на її створення, експлуатацію чи споживання, або заданий ефект за найменших витрат, або найбільше відношення ефекту до витрат.

**Показниками якості виробів** називають кількісну характеристику їх властивостей, що визначає їх якість для заданих умов створення та використання за призначенням.

Показники якості продукції, залежно від характеру задач, які вирішуються при оцінці рівня якості продукції, можна класифікувати за різними ознаками.

**Показник якості виробу, що характеризує тільки його властивість**, називають *одиничним*, а показник якості виробу, що характеризує одночасно декілька його властивостей - *комплексним* показником.

Комплексний показник якості виробу, що є відношенням сумарного корисного ефекту від його використання до сумарних витрат на його створення та використання, називають *інтегральним*. Показник якості виробу, що відноситься до такої його властивості (чи сукупності властивостей), за якою визначають якість виробу, називають *визначальним*.

Добір показників якості для визначення її рівня має велике значення. Для цього асортимент показників якості виробів має бути достатнім для різних типів виробів і включати в собі тільки ті показники, які дійсно визначають якість виробу. Відомо, що в кваліметрії (науковий напрямок вивчення кількісних показників якості) було стандартизовано 13 властивостей п'яти груп промислової продукції (табл. 13.1).

Таблиця 13.1 - Застосовування показників якості продукції за видами продукції

Показники якості продукції	Продукція, що витрачається при використанні			Продукція, що витрачає свій ресурс	
	сировина і природне паливо	матеріали і продукти	вироби, що втрачаються	вироби, що не підлягають ремонту	вироби, що ремонтуються
<b>Класифікаційні</b>	+	+	+	+	+
<b>Функціональної придатності</b>	+	+	(+)	+	+
<b>Надійності:</b>					
- безвідмовності	-	-	+	+	+
- довговічності	-	-	(+)	+	+
- ремонтпридатності	-	-	(+)	-	+
- збереження	+	+	+	+	(+)
<b>Ергономічності</b>	-	-	+	(+)	(+)
<b>Естетичності</b>			(+)	(+)	(+)
<b>Технологічності</b>					
- у виробництві	+	+	+	+	+
- при використанні	(+)		+	(+)	+
<b>Ресурсоспоживання</b>		-	-	(+)	(+)
<b>Безпеки</b>	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
<b>Екологічності</b>	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)

Знак «+» - означає застосування; знак «-» - не застосовування;

знак «(+))» - обмежене застосування деяких груп цього виду продукції.

Згідно з вимогами чинних стандартів і методики добору показників для визначення якості виробів прийняті такі показники.

### **13.2 Номенклатура показників якості продукції**

Згідно з вимогами чинних стандартів і методики добору показників для визначення якості виробів прийнята номенклатура показників якості продукції.

Номенклатура показників якості продукції (НПЯП) - це сукупність (перелік) характеристик властивостей продукції, що виражають її якісну визначеність як продукту виробництва і засоби задоволення потреби.

Обґрунтування і призначення номенклатури показників - вихідний момент об'єктивної комплексної оцінки якості продукції. Від повноти переліку показників, чіткості їх кількісного визначення в кінцевому рахунку залежить достовірність її результатів і вибір кращих варіантів.

Є продукція, оцінити якість якої можна за одним показником, і цього буде достатньо, наприклад ресурс шини, кількість отворів, які можна просвердлити свердлом. Однак коло такої продукції досить обмежений. Для більшості виробів необхідно враховувати всі або майже всі групи показників.

Виділяють наступні групи показників якості: призначення, надійності, економного використання ресурсів, ергономічні, естетичні, технологічності, транспортабельності, стандартизації та уніфікації, патентно-правові, екологічні, безпеки, стійкості до зовнішніх впливів, економічні.

Існують стандарти на НПЯП, які регламентують номенклатуру найважливіших показників якості продукції, що належить до певного класифікаційного угруповання. Завдяки цьому досягається одноманітність показників якості, що включаються в стандарти, технічні умови та технічні вимоги, а також в інші НД на продукцію даного класифікаційного угруповання.

Цілями системи стандартів на НПЯП є встановлення і використання необхідної і достатньої НПЯП при вирішенні завдань управління якістю продукції та стандартизації, в тому числі: при атестації та оцінки технічного рівня і якості продукції, розробці та постановці продукції на виробництво, розробці стандартів і технічних умов на продукцію, сертифікації продукції.

Серії стандартів на показники якості окремих видів продукції привласнений заголовок «Система показників якості продукції» і загальний номер 4. Наприклад, ГОСТ 4.142-85 «Система показників якості продукції. Лампи електричні. Номенклатура показників».

Розглянемо характеристику номенклатурних груп показників якості.

#### **1 Показники призначення**

Показники призначення характеризують властивості продукції, що визначають основні функції, для виконання яких вона призначена, і обумовлюють область її застосування. Ці показники зазвичай грають основну роль в оцінці рівня якості, їх часто використовують як критерії оптимізації при знаходженні найкращих рішень в управлінні якістю. Кожному виду продукції властиві свої показники призначення.

Показники призначення діляться на підгрупи. Класифікаційні показники характеризують основні класифікаційні властивості продукції (наприклад, розмір екрану телевізора, напруга і потужність електролампочки), область або спосіб використання наприклад, наземна або бортова апаратура, стаціонарний або переносний магнітофон).

До показників призначення відносяться функціональні показники. Для технічних пристроїв вони характеризують корисну роботу, яку виріб чинить або яку можна зробити з його допомогою (продуктивність, точність, межі вимірювання, дальність дії тощо). До цієї підгрупи відносяться конструктивні (маса, габаритні розміри) і експлуатаційні показники (потужність, витрата палива).

Для продукції, властивості якої залежать від її складу і структури, показники призначення характеризують склад входять до неї компонентів або структурних груп концентрація речовини, вміст домішок тощо).

## **2 Показники надійності**

Надійність - властивість виробу виконувати задані функції, зберігаючи свої експлуатаційні показники в заданих межах протягом необхідного проміжку часу або необхідної напрацювання.

Показник надійності - головний при оцінці якості машин, механізмів, технічних пристроїв. Він характеризує властивості виробу зберігати в часі у встановлених межах значення всіх параметрів, що виражають здатність виконувати необхідні функції в заданих режимах і умовах застосування, технічного обслуговування, ремонту, зберігання і транспортування.

Надійність, як складне комплексне властивість, характеризується чотирма складовими властивостями (безвідмовність, довговічність, збереженість, ремонтпридатність) і комплексними показниками.

### **а) Безвідмовність**

*Безвідмовність* — властивість обладнання (виробу, системи) безупинно зберігати працездатний стан в заданих умовах експлуатації протягом деякого проміжку часу або аж до виконання певного обсягу роботи, без вимушених перерв.

Безвідмовність характеризує надійність виробу і визначається набором показників, що обираються з врахуванням виду виробу та умов його експлуатації.

Показниками безвідмовності служать:

**1 Імовірність безвідмовної роботи** — імовірність того, що протягом заданого наробітку (кількості відпрацьованих годин) відмова об'єкта не виникне.

Імовірність безвідмовної роботи аналітично визначається за формулою:

$$P(t)=1-F(t) \quad (13.1)$$

де  $F(t)$  - функція розподілу часу роботи об'єкта до відмови.

Статистично ймовірність безвідмовної роботи визначається відношенням числа об'єктів, які безвідмовно напрацювали до моменту часу  $t$ , до числа об'єктів, працездатних в початковий момент часу:

$$t = 0 \quad P(t) = \frac{N - m}{N},$$

де  $N$  – загальне число виробів;

$m$  – число виробів, що відмовили.

**Інтенсивність відмов** — умовна густина імовірності виникнення відмови об'єкта, яка визначається за умови, що до цього моменту відмова не виникла.

Визначення інтенсивності відмов базується на понятті густини імовірності відмови в момент  $t$ , під якою розуміється ймовірність відмови за досить малий інтервал часу. Аналітично інтенсивність відмов визначається за формулою:

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{P(t)}, \quad (13.2)$$

де  $f(t) = F'(t)$  – щільність розподілу часу безвідмовної роботи, а статистично – за формулою:

$$\lambda(t) = \frac{N(t) - N(t + \Delta t)}{N(t) \cdot \Delta t} \quad (13.3)$$

де  $N(t)$  – число об'єктів, працездатних до моменту  $t$ ;

$\Delta t$  інтервал часу.

**2 Середній наробіток до відмови** – математичне сподівання наробітку об'єкта до першої відмови.

Середнє напрацювання до першої відмови ( $t_{\text{ср}}$ ) може бути розрахована за формулою:

$$t_{\text{ср}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i \quad (13.4)$$

де  $N$  – загальне число виробів;

$t_i$  – напрацювання до першої відмови  $i$ -го виробу.

**3 Середній наробіток між відмовами** – відношення сумарного наробітку відновлюваного об'єкта до математичного сподівання числа його відмов протягом цього наробітку.

Для виробів, що підлягають ремонту, показниками безвідмовності є:

- середнє напрацювання на відмову;
- середнє значення параметра потоку відмов.

#### **б) Збережуваність**

**Збережуваність** – властивість об'єкта зберігати в заданих межах значення параметрів (безвідмовності, довговічності і ремонтпридатності), що

характеризують здатність об'єкта виконувати потрібні функції, під час і після зберігання та (чи) транспортування.

У процесі зберігання і транспортування об'єкти зазнають несприятливих впливів, наприклад коливань температури, дії вологого повітря, вібрацій тощо. У результаті після зберігання та (або) транспортування об'єкт може виявитися в непрацездатному і навіть у граничному стані. Збережуваність об'єкта характеризується його здатністю протистояти негативному впливу умов і тривалості його зберігання і транспортування.

Одиничними показниками збережуваності є:

- середній термін збереження;
- призначений термін зберігання.

#### **в) Довговічність**

Довговічність - властивість виробу зберігати працездатність до граничного стану з необхідними перервами для технічного обслуговування і ремонтів. Граничний стан виробу визначається неможливістю його подальшої експлуатації або зниженням ефективності, або вимогами безпеки і обумовлюється в технічній документації.

Показники довговічності пов'язані з поняттями ресурсу і терміну служби. Ресурсом називають напрацювання виробу в годинах від початку експлуатації до настання граничного стану, коли подальша експлуатація небезпечна або економічно недоцільна. Тут мова йде про сумарний часу власне роботи, зазвичай враховуються в експлуатаційному журналі. Терміном служби називається тривалість експлуатації виробу від її початку до настання граничного стану, тобто безперервний час (календарне), що відраховується незалежно від тривалості фактичного часу роботи виробу в цей період.

Для оцінки довговічності виробу використовуються три показники:

- середній ресурс (математичне очікування ресурсу)  $T_r$ ;
- середній термін служби до капітального ремонту;
- середній термін служби до списання, обумовленого граничним станом.

Термін служби вимірюється в роках. Збільшення терміну служби не завжди необхідно за морального старіння виробів.

#### **г) Ремонтопридатність**

Ремонтопридатність - це пристосованість до попередження, виявлення та усунення відмов і несправностей шляхом проведення технічного обслуговування і ремонту. Під усуненням відмов мається на увазі відновлення працездатності. Одиничними показниками ремонтпридатності служать:

- середній час відновлення працездатного стану;
- ймовірність відновлення працездатності протягом певного інтервалу часу.

При наявності статистичних даних про тривалості відновлення  $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_m$  оцінка середнього часу відновлення працездатності обчислюється за формулою:

$$T_{\text{в}} = \frac{\sum_{i=1}^m \tau_i}{m} \quad (13.5)$$

До комплексних показників надійності відносяться кілька коефіцієнтів, з яких найбільш розповсюджені наступні три:

- коефіцієнт готовності виробів;
- коефіцієнт технічного використання;
- коефіцієнт оперативної готовності.

**Коефіцієнт готовності** - імовірність того, що об'єкт виявиться працездатним у довільний момент часу, крім запланованих періодів, протягом яких використання об'єкта за призначенням не передбачено.

Коефіцієнт готовності - це коефіцієнт, що визначається як відношення часу справної роботи до суми часів справної роботи і вимушених простоїв об'єкта, взятих за один і той же календарний термін. Коефіцієнт готовності, якщо прийняти, що працездатність виробу відновлюють тільки при відмовах, визначається за формулою:

$$K_{\text{г}} = \frac{T_0}{T_0 + T_{\text{в}}} \quad (13.6)$$

де  $T_0$  - середнє напрацювання до відмови;

$T_{\text{в}}$  - середня тривалість відновлення працездатності виробу.

Коефіцієнт технічного використання  $K_{\text{тв}}$  розраховується за формулою:

$$K_{\text{тв}} = \frac{T_{\text{р}}}{T_{\text{р}} + T_{\text{то}} + T_{\text{рем}}}$$

де  $T_{\text{р}}$  - час перебування виробу в працездатному стані;

$T_{\text{то}}$  - час простоїв, обумовлених технічним обслуговуванням;

$T_{\text{рем}}$  - час на проведення ремонтів за період експлуатації.

Коефіцієнт оперативної готовності  $K_{\text{ог}}$  - ймовірність того, що виріб, перебуваючи в режимі очікування і почавши в довільний момент часу виконання завдання, буде працювати безвідмовно необхідний час.

### 3 Показники економного використання ресурсів

Ці показники характеризують рівень або ступінь використання в конструкції виробу і при його експлуатації сировини, матеріалів, палива, енергії, трудових ресурсів. До них відносяться:

- питома витрата сировини, матеріалів;
- втрати сировини при регламентованих умовах;
- питома витрата палива, енергії;
- коефіцієнт корисної дії;
- сумарна (питома) трудомісткість експлуатації виробу.

#### **4 Ергономічні показники**

Ергономічні показники характеризують пристосованість виробів до експлуатації і проявляються при функціонуванні системи «людина-виріб-середовище-використання».

Ергономічні показники якості поширюються на вироби в цілому та їх елементи: пульти управління, прилади індикації і сигналізації, таблички з написами і позначеннями, органи управління тощо.

Ергономічні показники поділяються на такі основні групи:

- гігієнічні (освітленість, температура, вологість, напруженість електромагнітного поля, рівень випромінювання, шуму, вібрації тощо);
- антропометричні (відповідність конструкції розмірам тіла людини, формою тіла і окремих його частин, що входять в контакт з конструкцією виробу);
- психофізіологічні (показники відповідності конструкції силовим і швидкісним можливостям людини, зоровим можливостям (розмір знаків, форма, яскравість, контрастність, колір, просторове положення), слуховим можливостям, а також можливостей відтворення та переробки інформації, легкого і швидкого формування навичок управління).

#### **5 Естетичні показники**

Естетичні показники характеризують такі властивості, як:

- художню виразність (оригінальність художнього задуму, відповідність стилю довкіллю, образну і декоративну виразність);
- раціональність форми (масштабна узгодженість форми цілого і частин, відповідність форми призначенню виробу);
- цілісність композиції (підпорядкованість цілого і частин, впорядкованість графічних і зображувальних елементів);
- досконалість виробничого виконання (чистота виконання контурів і сполучень, чіткість виконання фірмових знаків і покажчиків);
- відповідність моді тощо.

Оцінка естетичних показників якості зразків виробів проводиться експертною комісією. За критерій естетичної оцінки приймається ряд виробів аналогічного класу і призначення, тобто з базовим. Процес оцінки естетичних показників включає в себе вибір базових зразків і складання базового ряду, проведення порівняльного художньо - конструкторського аналізу представленого виробу та визначення естетичних показників в балах з використанням експертних методів.

#### **6 Показники технологічності**

Показники технологічності характеризують властивості виробу, що визначають пристосованість його конструкції до досягнення найменших витрат ресурсів при виробництві, експлуатації та ремонті.

До числа основних показників технологічності відносять: трудомісткість, матеріаломісткість, енергоємність, технологічну собівартість.



Трудомісткість виготовлення виробу визначається кількістю часу, що витрачається виконавцями на його виробництво, і виражається в нормо-годинах:

$$T = \sum_{i=1}^k t_i$$

де  $t_i$  - трудомісткість окремих видів робіт, що входять в технологічний процес виготовлення даного виробу;

$k$  - число видів робіт.

Матеріаломісткість виробу визначається загальною масою його конструкції (в кілограмах):

$$M = \sum_{i=1}^n m_i$$

де  $m_i$  - матеріаломісткість  $i$ -ої складової частини конструкції;

$n$  - число складових частин.

**Коефіцієнт застосованості** матеріалів. Він дозволяє виявити застосування в даній конструкції певних видів, сортів, марок матеріалів:

$$K_M = \frac{M_{\text{BM}}}{M}$$

де  $M_{\text{BM}}$  - кількість певного виду витраченого матеріалу.

**Енергоємність виробу**  $A$  характеризує витрачання енергії на його виготовлення.

**Технологічна собівартість** включає в себе вартість технологічних процесів виготовлення виробу:

- вартість сировини, матеріалів, покупних комплектуючих виробів;
- основна заробітна плата основних працівників з нарахуваннями на неї;
- витрати на утримання та експлуатацію обладнання;
- вартість витрачених спеціальних інструментів і оснащення.

Важливими показниками технологічності є також питомі показники, що характеризують **економічність витрачання ресурсів**:

- питома трудомісткість виготовлення виробу:

$$t_{\pi} = \frac{T}{B}$$

де  $B$  - визначальний параметр продукції;

- питома матеріаломісткість виробу:

$$m_{\pi} = \frac{M}{B}$$

– коефіцієнт використання матеріалу, що характеризує ефективність використання матеріальних ресурсів при виготовленні продукції:

$$K_{\text{BM}} = \frac{M_{\text{r}}}{M_{\text{e}}}$$

де  $M_{\text{r}}$  - кількість (маса) матеріалу в готовій продукції, кг;

$M_{\text{в}}$  - кількість (маса) матеріалу, введенного в технологічний процес, кг;

- питома енергоємність виробу:

$$\alpha_n = \frac{A}{B}$$

## **7 Показники транспортабельності**

Показники транспортабельності характеризують придатність продукції до транспортних операцій. До цих показників відносяться:

- середня тривалість підготовки продукції до транспортування;
- середня трудомісткість підготовки продукції до транспортування;
- середня тривалість установки продукції на засіб транспортування певного виду;
- коефіцієнт використання об'єму транспортного засобу;
- середня тривалість розвантаження партії продукції із засобів транспортування певного виду.

Сюди ж відносяться вартісні показники, що враховують матеріальні та трудові витрати, а також можливі втрати.

## **8 Показники стандартизації і уніфікації**

Показники стандартизації і уніфікації характеризують насиченість продукції стандартними, уніфікованими і оригінальними складовими частинами, а також рівень уніфікації її в порівнянні з іншими виробами аналогічного призначення. Під складовими частинами розуміють деталі або складальні одиниці. Складові частини поділяються на стандартні, уніфіковані й оригінальні.

До стандартних відносять складові частини, що випускаються відповідно до ДСТУ і ГОСТ, до оригінальних - розроблені тільки для даної конструкції. Уніфікованими є складові частини:

- що випускаються за технічними умовами підприємства, якщо вони використовуються хоча б у двох різних виробках даного підприємства;
- якщо поставляються з інших підприємств в порядку співробітництва;
- запозичені з інших розробок.

До показників стандартизації і уніфікації відносяться:

- коефіцієнт застосовності;
- коефіцієнт повторюваності;
- коефіцієнт взаємної уніфікації для групи виробів.

Коефіцієнт застосовності - величина, яку визначає відношення різниці загальної кількості типорозмірів складників матеріалу або виробу і кількості типорозмірів оригінальних складників до загальної кількості типорозмірів складників матеріалу або виробу:

$$K_3 = \frac{(n - n_0)}{n}$$

де  $n$  - загальна кількість типорозмірів складових частин виробу;  
 $n_0$  - кількість типорозмірів оригінальних складових частин.

Коефіцієнт повторюваності складових частин:

$$K_n = \frac{N}{n}$$

де  $N$  - загальна кількість складових частин виробу.

Коефіцієнт взаємної уніфікації:

$$K_{vy} = \frac{\sum_{i=1}^N n_i - Z}{\sum_{i=1}^N n_i - n_{\max}}$$

де  $n_i$  - кількість типорозмірів складових частин у  $i$ -му виробі;

$n_{\max}$  - максимальна кількість типорозмірів складових частин одного з виробів групи;

$Z$  - загальна кількість неповторюваних типорозмірів складових частин виробів, з яких складається група;

$N$ -загальна кількість виробів у групі.

## 9 Патентно-правові показники

Дані показники характеризують патентний захист і патентну чистоту продукції. До них відносяться показники патентного захисту ППЗ і патентної чистоти ППЧ/

а) Показник патентного захисту характеризує число і вагомість нових вітчизняних винаходів, реалізованих в даному виробі, в тому числі і створених при його розробці.

Визначається відношенням зваженої кількості складових частин виробу, захищених авторськими свідоцтвами і патентами за кордоном, до загальної кількості складових частин у виробі.

Показник патентного захисту обчислюється за формулою:

$$\Pi_{пз} = \Pi_{пз}^a + \Pi_{пз}^k$$

де  $\Pi_{пз}^a$  - показник патентного захисту авторськими свідоцтвами;

$\Pi_{пз}^k$  - показник патентного захисту патентами за кордоном;

$$\Pi_{пз}^a = \frac{\sum_{i=1}^S K_i \cdot N_i^a}{N}$$

де  $K_i$  - коефіцієнт вагомості складових частин (за групами значимості);

$N_i^a$  число складових частин, захищених авторським свідоцтвом (за групами значимості);

$N$  - загальне число складових частин у виробі;

$S$  - число груп значимості;

$$\Pi_{пз}^k = \frac{m \cdot \sum_{i=1}^S K_i \cdot N_i^k}{N}$$

де  $m$  - коефіцієнт вагомості, що залежить від числа країн, в яких отримано патенти, і від важливості цих країн для експорту виробів;

$N_i^k$  - Число складових частин, захищених патентами (за групами значимості).

Коефіцієнти вагомості  $K_i$  і  $m$  визначаються експертним методом.

б) Показник патентної чистоти кількісно характеризує можливість безперешкодної реалізації виробу в Україні і за кордоном.

Виріб має патентну чистоту відносно даної країни, якщо воно не містить технічних рішень, що підпадають під дію патентів, свідоцтв виключного права на винаходи, корисні моделі, промислові зразки і товарні знаки, зареєстровані в цій країні.

Показник патентної чистоти визначається відношенням зваженого кількості складових частин виробу, які не підпадають під дію патентів в даній країні, до загальної кількості складових частин у виробі:

$$\Pi_{пч} = \frac{N - \sum_{i=1}^S K_i \cdot N_i}{N}$$

де  $N_i$  - число складових частин виробу, що підпадають під дію патентів в даній країні (за групами значимості);

$K_i$  - коефіцієнт вагомості складових частин, що підпадають під дію патентів в даній країні (за групами значимості);

$N$  - загальне число складових частин у виробі;

$S$  - число груп значимості.

Показник патентної чистоти для виробів, що мають патентної чистотою відносно даної країни, дорівнює одиниці.

## **10 Екологічні показники**

Екологічні показники характеризують рівень шкідливих впливів на навколишнє середовище, що виникають при експлуатації або споживанні продукції. До них відносяться, такі показники:

- вміст шкідливих домішок, що викидаються в навколишнє середовище;
- ймовірність викидів шкідливих часток, газів, випромінювань тощо.

Номенклатура екологічних показників встановлюється з урахуванням міжнародних стандартів, регламентів і вимог стандартів у галузі охорони природи та використання природних ресурсів.

Продукція, виробництво і застосування якої викликає порушення норм шкідливих впливів на навколишнє середовище, підлягає модернізації або заміні.

## **11 Показники безпеки**

Показники безпеки характеризують властивості виробу, що гарантують безпеку людини та інших об'єктів на всіх режимах його експлуатації, при

обслуговуванні, транспортуванні і зберіганні. Номенклатуру показників безпеки встановлюють відповідно до вимог стандартів ССБП (Система стандартів з безпеки праці).

Основними показниками безпечної роботи людини, безпеки експлуатації технічних засобів служать:

- ймовірність безпечної роботи людини протягом певного часу;
- швидкодія при спрацьовуванні захисних пристроїв;
- опір ізоляції струмоведучих частин, з якими можливе зіткнення людини;
- електрична міцність високовольтних ланцюгів;
- ефективність блокування і аварійної сигналізації тощо.

## **12 Показники стійкості до зовнішніх впливів**

Ці показники характеризують стійкість виробу до впливів факторів навколишнього середовища, відображену такими властивостями:

- пилезахищеність;
- вологозахищеність;
- водонепроникність;
- ударостійкість;
- вібростійкість;
- стійкість до впливу зовнішнього електромагнітного поля тощо.

## **13 Економічні показники**

Економічні показники характеризують витрати на розробку, виготовлення, експлуатацію або споживання продукції, а також економічну ефективність її виробництва і застосування.

За останні роки у зв'язку з розвитком науки і техніки та розширенням суспільних потреб сферу застосування поняття «якість продукції» розширюється, вводяться показники і розробляються методики оцінки якості не тільки матеріальної продукції, але і різних інтелектуальних розробок проектів. Наприклад, якість програмного забезпечення ЕОМ з точки зору можливості його модернізації може оцінюватися такими показниками:

- обсягом робіт, необхідним для модернізації програми (гнучкість);
- обсягом робіт з перевірки виконання заданих функцій (можливість перевірки);
- обсягом робіт з виявлення помилок у працюючих програмах (можливість відновлення).

Все більшого значення набуває проблема якості обслуговування (пасажирів на транспорті, покупців у магазинах, клієнтів у банках тощо). У міру вдосконалення тієї чи іншої сфери діяльності змінюються і вимоги до неї, а отже, і показники якості. Наприклад, на залізничному транспорті основні вимоги пасажирів зводяться не тільки до забезпечення безпеки, швидкості, точному виконанню графіка руху, а й до рівня сервісу.

## **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3 СЕРТИФІКАЦІЯ ВИРОБНИЦТВ**

### **ЛЕКЦІЯ № 14 ОСНОВИ СЕРТИФІКАЦІЇ**

#### **14.1 Загальні відомості про сертифікацію і підтвердження відповідності**

Слово «сертифікація» у перекладі з латинської (*certifico*) означає «підтверджую», «засвідчую». Його можна також тлумачити, виходячи зі сполучення латинських слів *certum* - «вірно» і *t'asere* - «зроблено». Хоча історики знаходять зародки сертифікації ще в давній період (клеймування виробів як підтвердження високої якості роботи майстра; процедура страхування багато століть супроводжувалася оцінкою стану об'єкта, який страхується, що засвідчувалося документально, тощо), але як термін з чітким визначенням слово «сертифікація» прийняте недавно.

Уперше визначення поняття «сертифікація» було визначено Міжнародною організацією зі стандартизації (ISO) у 1982 р. У відповідному Керівництві ISO/IEC 2:1982 поняття сертифікація сформульоване так: «Сертифікація відповідності являє собою дію, що засвідчує за допомогою сертифіката відповідності або знака відповідності, що виріб чи послуга відповідає визначеним стандартам чи іншому нормативно-технічному документу».

На сьогодні, згідно з останньою (1996 р.) редакцією Керівництва ISO/IEC 2: 1986, поняття сертифікації відповідності можна сформулювати так: «Сертифікація — це процедура підтвердження відповідності результату виробничої діяльності, товару, послуги нормативним вимогам, за допомогою якої третя сторона документально засвідчує, що продукція, робота (процес) чи послуга відповідають заданим вимогам».

Третя сторона (наприклад випробувальна лабораторія) для підтвердження своєї компетентності й об'єктивності проходить процедуру акредитації, тобто офіційного визнання її можливостей здійснювати відповідний вид контролю чи випробувань.

Визначення терміну «сертифікація» в Україні було покладено в основу поняття сертифікація, прийнятого згідно ДСТУ 2462-94 Система сертифікації УкрСЕПРО. Терміни та визначення.

Згідно з ДСТУ 2462-94 - сертифікація це процедура підтвердження відповідності, за допомогою якої третя сторона письмово засвідчує, що продукція, процес або послуга відповідають заданим вимогам. Участь третьої сторони у підтвердженні відповідності є головною ознакою сертифікації.

Згідно Закону України «Про підтвердження відповідності» від 17 травня 2001 р. термін сертифікація визначається як процедура, за допомогою якої призначений в установленому порядку орган документально засвідчує відповідність продукції, систем управління якістю, систем управління довкіллям, персоналу встановленим законодавством вимогам.

Обов'язкову сертифікацію проводять на відповідність щодо вимог чинних законодавчих актів України та обов'язкових вимог нормативних документів, міжнародних і національних стандартів інших держав, що чинні в Україні.

Добровільну сертифікацію проводять на відповідність до вимог, які не віднесені до обов'язкових. Якщо для зазначеної продукції встановлені обов'язкові вимоги, то їх завжди включають до вимог добровільної сертифікації.

Організаційна система (система сертифікації) є другим за важливістю терміном процедури підтвердження відповідності. Цей термін в останній редакції Керівництва ISO/IBC 2:1986 визначається як «система, що має свої власні правила, процедури і керівництва для проведення сертифікації відповідності». Основним у цьому визначенні є те, що сертифікація в рамках системи має проводитися за єдиними правилами. У примітці до цього визначення зазначається, що системи сертифікації можуть створюватися на трьох рівнях: національному, регіональному і міжнародному.

Наступним важливим терміном сертифікації є термін «схема сертифікації». Поняття, що позначається цим терміном, являє собою «систему сертифікації стосовно конкретної продукції, технологічного процесу чи послуги, на які поширюються ті ж самі стандарти та правила».

Серед інших термінів і визначень, наведених у Керівництві ISO/IBC 2:1986, є ще два, що глибше та детальніше розкривають вихідне поняття сертифікації. Ці два терміни - сертифікат відповідності і знак відповідності.

Сертифікат відповідності - це документ, виданий відповідно до правил системи сертифікації, який зазначає, що дана продукція, технологічний процес чи послуга відповідають вимогам, які визначені стандартами чи іншими документами, що установлюють вимоги до них.

Об'єкт сертифікації (продукція, процес, послуга, система управління) має бути ідентифікованим, тобто сертифікації може підлягати саме даний об'єкт і ніякий інший, зокрема похідний від нього або зовсім фальсифікований.

Знак відповідності (знак сертифікації) - знак, який оберігається законом (сполучення літер, цифр, графічних символів тощо), використовується відповідно до прийнятих правил системи сертифікації і вказує, що дана продукція, технологічний процес чи послуга відповідають конкретним стандартам або іншим нормативним документам, що установлюють вимоги до них.

## **14.2 Національна система сертифікації України УкрСЕПРО**

### ***14.2.1. Завдання і структура УкрСЕПРО***

Українська система сертифікації УкрСЕПРО - державна система сертифікації продукції в Україні (далі Система), яка призначена для проведення обов'язкової та добровільної сертифікації продукції (процесів, послуг).

Основні принципи, структура та правила УкрСЕПРО регламентовані ДСТУ 3410.

У Системі здійснюються такі види діяльності:

- сертифікація продукції (процесів, послуг);
- сертифікація систем управління якістю;
- сертифікація систем екологічного управління (систем екологічного керування);
- сертифікація систем управління безпечністю харчових продуктів;
- атестація виробництв;
- атестація аудиторів по сертифікації.

Відповідно до Декрету Кабінету Міністрів України «Про стандартизацію і сертифікацію» обов'язкова сертифікація проводиться тільки в рамках державної системи сертифікації продукції. Загальне керівництво УкрСЕПРО, організація і координація робіт із сертифікації здійснюються Національним органом України по сертифікації - спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади у сфері підтвердження відповідності (ЦОВВ). Їх функції виконує Департамент технічного регулювання Міністерства економічного розвитку та торгівлі України.

**Головною метою діяльності департаменту є забезпечення формування та реалізації державної політики у сфері технічного регулювання (стандартизації, метрології, сертифікації, оцінки (підтвердження) відповідності, акредитації органів з оцінки відповідності, управління якістю) та міжгалузевої координації у цій сфері.**

До складу департаменту входять такі структурні підрозділи:

- управління з питань стандартизації та оцінки відповідності;
- управління з питань метрології;
- управління нормативно-правового забезпечення та міжнародного співробітництва.

Система УкрСЕПРО організована з урахуванням вимог міжнародної практики і взаємодіє на основі угод з міжнародними, регіональними та національними організаціями інших держав. Аналогічно на основі угоди Система взаємодіє з системами перевірки безпеки, охорони навколишнього середовища та іншими, що функціонують в Україні під керівництвом уповноважених урядом органів.

Обов'язкова сертифікація проводиться на відповідність вимогам нормативних документів, визначених законодавчими актами України та/або нормативних документів, включених до Переліку продукції, що підлягає обов'язковій сертифікації в Україні.

Добровільна сертифікація в УкрСЕПРО проводиться в порядку, визначеному договором між заявником (виробником, постачальником) та органом із сертифікації. При цьому підтверджується відповідність продукції заявленим вимогам.



У УкрСЕПРО здійснюється сертифікація продукції, що імпортується, причому сертифікація такої продукції проводиться за тими ж процедурами, що і вітчизняної.

Організаційна структура УкрСЕПРО зображена на рисунку 14.1.



*Рисунок 14.1 - Організаційна структура УкрСЕПРО*

Розглянемо найбільш важливі завдання кожного з органів системи.

**Основними завданнями Департаменту технічного регулювання Міністерства економічного розвитку та торгівлі України є:**

- організація розроблення проектів нормативно-правових актів у сфері технічного регулювання (стандартизації, метрології, сертифікації, оцінки (підтвердження) відповідності, управління якістю);

- формування за замовленням відповідних центральних органів виконавчої влади переліку національних стандартів, які в разі добровільного застосування є доказом відповідності продукції вимогам технічних регламентів, та в разі відсутності таких стандартів організовує їх розроблення;

- підготовка пропозицій щодо приєднання України до міжнародних (регіональних) систем сертифікації, укладення міжнародних угод у сфері оцінки (підтвердження) відповідності, надання пропозицій керівництву Мінекономрозвитку щодо порядку визнання результатів робіт, проведених органами із сертифікації інших держав;

- забезпечення координації роботи центральних органів виконавчої влади у визначених сферах діяльності з оцінки (підтвердження) відповідності у законодавчо регульованій сфері;

- забезпечення організації розроблення проектів нормативно-правових актів, що встановлюють загальні вимоги та правила процедури оцінки (підтвердження) відповідності в законодавчо регульованій сфері;

- надання методологічної допомоги центральним органам виконавчої влади в розробленні проектів законів, інших нормативно-правових актів з питань оцінки (підтвердження) відповідності;
- забезпечення організації підготовки та атестації аудиторів із сертифікації;
- проведення та координація відповідно до законодавства роботи із забезпечення функціонування державної системи сертифікації;
- надання в установленому порядку керівництву Мінекономрозвитку пропозицій щодо призначення органів із сертифікації;
- розробка та подання в установленому порядку на затвердження керівництву Мінекономрозвитку переліку продукції, що підлягає обов'язковій сертифікації в Україні;
- участь у розгляді спірних питань з випробувань і додержання правил сертифікації продукції;
- здійснення в установленому порядку інформаційного забезпечення з питань оцінки (підтвердження) відповідності та сертифікації продукції;
- участь у роботі відповідних міжнародних та регіональних організацій стандартизації, метрології, сертифікації, оцінки (підтвердження) відповідності, управління якістю за дорученням керівництва Мінекономрозвитку;
- організація та проведення державного метрологічного контролю і нагляду;
- організації та проведення атестації виробництва підприємств, що здійснюють переробку, утилізацію або знищення вилученої з обігу неякісної та небезпечної продукції.

**Науково-технічна комісія з питань сертифікації** - організовується і затверджується Національним органом з сертифікації для розгляду перспективних напрямків розвитку і розробки пропозицій з проблем сертифікації.

**Органи з сертифікації продукції** призначаються Національним органом України по сертифікації і виконують такі основні функції:

- здійснюють сертифікацію закріпленої за ними номенклатури продукції відповідно до правил УкрСЕПРО;
- розробляють організаційно-методичні документи з сертифікації;
- організовують і проводять обстеження, атестацію виробництв і оцінку систем управління якістю;
- визначають випробувальні лабораторії (центри) для проведення випробувань продукції з метою сертифікації та затверджують форму протоколу випробувань;
- здійснюють технічний нагляд за сертифікованою продукцією та атестованими виробництвами;
- видають сертифікати відповідності на продукцію та атестати виробництв.

Вимоги до органів з сертифікації продукції встановлені в ДСТУ 3411.

**Органи з сертифікації систем управління якістю, екологічного управління, систем управління безпечністю харчових продуктів**

призначаються Національним органом України по сертифікації і здійснюють такі основні функції:

- організовують і проводять сертифікацію систем управління;
- здійснюють технічний нагляд за сертифікованими системами;
- видають сертифікати на системи управління.

Вимоги до органів з сертифікації систем управління встановлені ДСТУ 3420.

**Випробувальні лабораторії (центри)**, яким доручають проведення сертифікаційних випробувань, виконують такі основні функції:

- за дорученням органу з сертифікації проводять випробування продукції, що сертифікується і видають протоколи випробувань;
- беруть участь за пропозицією органу з сертифікації в проведенні технічного нагляду за виробництвом сертифікованої продукції, а за дорученням Національного органу України з сертифікації - у проведенні інспекційного контролю.

Вимоги до випробувальних лабораторій (центрам) встановлені ДСТУ 3412.

**ДП «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості»** є науково-методичним та інформаційним центром в УкрСЕПРО. Він створений для вирішення таких основних завдань:

- проведення прикладних наукових досліджень у сфері стандартизації, сертифікації, підтвердження відповідності та управління якістю, забезпечення впровадження систем управління якістю на підприємствах;
- участь в інформаційному забезпеченні з питань стандартизації, сертифікації, підтвердження відповідності та систем управління;
- надання на договірних засадах методичних, інформаційних та консультативних послуг органам з сертифікації і випробувальних лабораторій при їх підготовці до акредитації, а також підприємствам при їх підготовці до сертифікації продукції та систем управління;
- забезпечення підготовки аудиторів з сертифікації та підвищення кваліфікації фахівців у сфері стандартизації, метрології, сертифікації, підтвердження відповідності та систем управління.

**Державні центри стандартизації, метрології та сертифікації виконують такі функції:**

- проводять за дорученням органу з сертифікації продукції технічний нагляд за стабільністю показників сертифікованої продукції під час її виробництва;
- за дорученням Національного органу України із сертифікації беруть участь в експертизі документів і перевірках органів по сертифікації і випробувальних лабораторій (центрів);
- надають на договірних засадах інформаційну та методичну допомогу в сфері сертифікації та акредитації;

– видають заявникам свідоцтва про визнання за позитивними результатами експертизи поданих ними матеріалів з оцінки відповідності продукції, виданих закордонними органами і випробувальними лабораторіями.

#### ***14.2.2. Основні принципи і загальні правила системи сертифікації УкрСЕПРО***

Сертифікація в УкрСЕПРО передбачає підтвердження третьою стороною показників (характеристик) продукції (процесів, послуг) на основі випробувань, обстеження, атестації виробництва і оцінки систем управління.

Система призначена для проведення обов'язкової і добровільної сертифікації.

Сертифікація на відповідність обов'язковим вимогам нормативних документів та вимог законодавства України проводиться виключно в УкрСЕПРО.

Система є відкритою для вступу до неї органів з сертифікації та випробувальних лабораторій інших держав (за наявності двосторонніх угод про взаємне визнання результатів робіт з сертифікації) і доступу до неї будь-яких підприємств і організацій. Обов'язковою умовою при цьому є визнання і виконання правил Системи.

Право проведення робіт з сертифікації продукції надається органам по сертифікації, випробувальним лабораторіям (центрам) і аудиторам, призначеним в УкрСЕПРО і включеним до Реєстру.

Органами з сертифікації в УкрСЕПРО можуть бути призначені організації (підприємства, установи) - юридичні особи, які є резидентами України. Призначення органів з сертифікації для виконання робіт в УкрСЕПРО здійснюється Національним органом України з сертифікації за результатами проведеної їм оцінки їх відповідності встановленим вимогам. Наявність атестата акредитації є перевагою під час призначення органу з сертифікації.

Якщо в УкрСЕПРО функціонує кілька органів по сертифікації однієї й тієї ж продукції, то заявник має право провести сертифікацію продукції в будь-якому з цих органів.

Система встановлює такий розподіл відповідальності:

– виробник (виготовлювач, постачальник) несе відповідальність за невідповідність сертифікованої продукції вимогам нормативних документів, які використовувалися при сертифікації, і застосування сертифіката і знака відповідності з порушенням правил УкрСЕПРО;

– випробувальна лабораторія (центр) несе відповідальність за недостовірність та необ'єктивність результатів випробувань сертифікованої продукції;

– орган із сертифікації несе відповідальність за необґрунтовану і неправомірну видачу сертифікатів відповідності, атестатів виробництв та підтвердження їх дії, а також за порушення правил Системи;

Органи з сертифікації, випробувальні лабораторії (центри), аудитори з сертифікації, що порушують правила УкрСЕПРО, за рішенням Національного органу України з сертифікації виключаються з Реєстру УкрСЕПРО і несуть відповідальність згідно з чинним в Україні законодавством.

Визнання результатів робіт з оцінки відповідності, виконаних органами з сертифікації та випробувальними лабораторіями (центрами) інших держав, здійснюється на основі багатосторонніх і двосторонніх угод про взаємне визнання результатів робіт з сертифікації.

Підтвердженням визнання закордонних сертифікатів є свідоцтво про визнання або сертифікат відповідності, виданий в УкрСЕПРО.

Основні вимоги щодо порядку проведення сертифікації продукції встановлені ДСТУ 3413.

На сертифіковану в УкрСЕПРО продукцію видається сертифікат відповідності і за угодою між заявником і органом по сертифікації може наноситися знак відповідності.

Знак відповідності, технічні вимоги до нього, порядок і правила його застосування визначені ДСТУ 2296.

Встановлено такі зображення знаку відповідності:



017

*Рисунок 2 а*



024

*Рисунок 2 б*



007

*Рисунок 2 в*

*Рисунок 14.2 - Зображення знаку відповідності*

Знак відповідності (рис. 2 а) наноситься на продукцію, що відповідає обов'язковим вимогам нормативних документів, за якими встановлено обов'язкова сертифікація.

Знак відповідності (рис. 2 б) наноситься на продукцію, яка відповідає всім вимогам нормативних документів, що поширюються на цю продукцію. Знак відповідності, зображений на цьому застосовується також для позначення продукції, яка не підлягає обов'язковій сертифікації, але сертифікована за ініціативою виробника, продавця (постачальника) чи споживача продукції (добровільна сертифікація).

Знак відповідності (рис. 2 в) наноситься на продукцію, що відповідає вимогам технічних регламентів.

Під зображенням знака відповідності наводиться код органу з сертифікації, яким проведено сертифікацію продукції. Розмір знака відповідності визначає підприємство, яке отримало право на його використання, через вибір базового розміру. Виконання знака відповідності має бути однокольоровим і контрастним на основному тлі, будь-якими технологічними способами.

Вартість робіт з обов'язкової сертифікації розраховується згідно правил, що затверджуються Національним органом України з сертифікації.

Оплата робіт з добровільної сертифікації здійснюється на договірних засадах.

Технічний нагляд за виробництвом сертифікованої продукції в УкрСЕПРО виконують органи з сертифікації продукції або за їх дорученням інші організації (органи з сертифікації систем управління якістю, державні центри стандартизації, метрології та сертифікації Держстандарту).

Під час проведення технічного нагляду враховується інформація щодо якості продукції, що надходить від органів державного нагляду, товариств споживачів та інших зацікавлених організацій.

Основою інформаційного забезпечення УкрСЕПРО є Реєстр УкрСЕПРО, який ведеться згідно з вимогами ДСТУ 3415. Реєстрація об'єктів і суб'єктів у УкрСЕПРО здійснюється з метою систематизації їх обліку та надання юридичної сили документам, які їх засвідчують, а також для інформації в області сертифікації, атестації, акредитації та визнання результатів робіт.

Рішення про реєстрацію в УкрСЕПРО приймає Національний орган України з сертифікації або уповноважена ним організація, що здійснює ведення Реєстру.

**Об'єктами реєстрації в УкрСЕПРО є:**

- сертифікована продукція (процеси, послуги);
- сертифіковані або оцінені системи управління;
- атестовані виробництва;
- призначені органи з сертифікації продукції, систем управління;
- випробувальні лабораторії (центри).

**Суб'єктами реєстрації є атестовані аудитори.**

**Документами про реєстрацію в УкрСЕПРО є:**

- сертифікати на продукцію (послуги, процеси), системи управління, аудиторів, висновків про оцінку систем управління;
- атестати виробництв;
- накази про призначення органів з сертифікації;
- свідоцтва про визнання об'єктів реєстрації;
- рішення Держспоживстандарту про проведення робіт з сертифікації.

Національний орган України з сертифікації забезпечує доступ до даних Реєстру і надає інформацію про діяльність з сертифікації через мережу Інтернет

та інші інформаційні видання. УкрСЕПРО передбачає конфіденційність інформації про результати робіт з сертифікації.

### 14.3 Вимоги до випробувальних лабораторій

Випробування з метою сертифікації проводяться випробувальними лабораторіями, акредитованими на технічну компетентність і незалежність. Лабораторії, які не є незалежними, можуть проводити сертифікаційні випробування тільки під контролем представника органу з сертифікації продукції. Відповідальність за необ'єктивність таких випробувань несе орган з сертифікації або організація, що виконує його функції, за дорученнями яких випробувальна лабораторія проводить випробування.

Лабораторія повинна здійснювати свою діяльність відповідно до «Положення про випробувальні лабораторії», яке розробляється на підставі ДСТУ 3412 і затверджується спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади у сфері підтвердження відповідності.

Випробувальна лабораторія повинна мати комплект юридичних, організаційно-методичних, нормативних та інших документів, необхідних для здійснення її функцій. Перелік документів наведено в ДСТУ 3412.

**Незалежність.** Випробувальна лабораторія повинна мати юридичний статус, організаційну структуру, адміністративну підпорядкованість, фінансовий стан та систему оплати праці співробітників, які забезпечують необхідну впевненість у тому, що вона визнається об'єктивною та незалежною від розробників, виробників і споживачів у всіх питаннях оцінювання показників, які підтверджуються при сертифікації конкретної продукції.

На незалежність може претендувати випробувальна лабораторія, яка є юридичною особою і має у своїй власності приміщення, випробувальне обладнання та засоби вимірювальної техніки або має довгостроковий договір оренди приміщень, випробувального обладнання та засобів вимірювальної техніки. Засновники не можуть бути розробниками, виробниками, постачальниками, споживачами продукції в галузі діяльності лабораторії.

Якщо випробувальна лабораторія сама не є юридичною особою, а входить до складу підприємства, яке є юридичною особою, то це підприємство не може бути розробником, виробником, постачальником, споживачем продукції в області діяльності лабораторії. Адміністрація підприємства не має права втручатися в діяльність лабораторії під час проведення випробувань, що оформляється відповідними документами, і повинна надавати печатку підприємства для засвідчення підпису керівника лабораторії на документах з результатами випробувань.

**Технічна компетентність.** Технічну компетентність лабораторії характеризують:

- організація та управління лабораторією;

- персонал лабораторії;
- приміщення та навколишнє середовище;
- випробувальне обладнання та засоби вимірювальної техніки;
- методи випробувань та процедури;
- система управління якістю;
- організація роботи з випробуваними виробами та продукцією;
- реєстрація результатів випробувань та зберігання документів.

**Організація і управління.** Випробувальна лабораторія повинна мати керівника, який несе відповідальність за діяльність лабораторії та результати її роботи. Організаційна структура повинна виключати можливість надання на співробітників тиску, який може вплинути на результати випробувань.

У лабораторії повинна бути система перевірки компетентними особами ходу та результатів випробувань, а також кваліфікації персоналу.

**Персонал лабораторії.** Персонал лабораторії повинен мати професійну підготовку, кваліфікацію та досвід проведення випробувань в певній галузі. Співробітники, що безпосередньо беруть участь у випробуваннях, повинні бути атестовані в установленому порядку на право проведення конкретних випробувань.

Лабораторія повинна мати документально підтверджені відомості про підвищення кваліфікації персоналу.

**Приміщення та навколишнє середовище.** Навколишнє середовище має відповідати вимогам нормативних документів на методи випробувань та забезпечувати необхідну точність вимірювань під час проведення випробувань. Приміщення повинно відповідати вимогам методик випробувань (температура, вологість, чистота повітря, освітлення, звуко-і віброізоляція, захист від впливу електромагнітних та інших фізичних полів, параметри усіх мереж живлення), а також санітарним нормам і правилам, вимогам безпеки праці та охорони навколишнього середовища.

**Випробувальне обладнання та засоби вимірювальної техніки.** Випробувальна лабораторія повинна мати необхідне обладнання і засоби для вимірювання всіх параметрів, визначених областю діяльності. Випробувальне обладнання та засоби вимірювальної техніки повинні відповідати вимогам нормативних документів на методи випробувань, повинні бути розроблені графіки технічного обслуговування обладнання і графіки повірки засобів вимірювальної техніки. Все обладнання та засоби вимірювальної техніки повинні утримуватися в умовах, що забезпечують їх збереження і захист від пошкоджень і передчасного зносу. Кожна технічна одиниця повинна бути зареєстрована.

Устаткування і засоби вимірювальної техніки повинні бути атестовані та повірені. Порядок атестації та повірки повинен бути документально оформлений і відповідати вимогам нормативних документів.



**Методи випробувань та процедури.** Випробувальна лабораторія повинна мати актуалізовану документацію, що включає технічні вимоги до випробуваної продукції, програми та методи проведення випробувань, методики атестації випробувального обладнання та методики перевірки нестандартизованих засобів вимірювальної техніки, експлуатаційну документацію на застосовувані засоби вимірювальної техніки, документовані результати випробувань (протоколи, робочі журнали, звіти тощо).

**Система управління якістю.** Випробувальна лабораторія повинна мати систему управління якістю, яка відповідає її діяльності та обсягу виконуваних робіт. Документація на елементи системи управління якістю повинна бути включена до «Керівництво з якості випробувальної лабораторії», що містить комплексний опис лабораторії та організацію робіт з випробувань. Керівництво за якістю розробляється з урахуванням рекомендацій ДСТУ EN 45001. У лабораторії повинні періодично проводитися внутрішні перевірки системи управління якістю з метою забезпечення ефективності її функціонування.

**Робота з випробуваними виробами та продукцією.** Зразки виробів та продукції повинні бути ідентифіковані на відповідність технічній документації і повинні супроводжуватися актом відбору, підписаним уповноваженою особою органу з сертифікації. У лабораторії повинні бути встановлені правила, які визначають порядок прийому, зберігання та повернення замовнику зразків випробуваної продукції.

**Реєстрація результатів випробувань та зберігання документів.** Система реєстрації даних про випробування повинна забезпечувати: реєстрацію результатів первинних вимірювань, розрахунків та інших даних; вказівку осіб, які отримали зразок, готували його до випробувань і проводив випробування і вимірювання; зберігання документації на методи випробувань, протоколів та звітів про випробування продукції, звітів про перевірки та технічному обслуговуванні із зазначенням термінів їх зберігання. У протоколі випробувань містяться відомості про випробувальну лабораторію, замовника, зразку, процедурі його відбору, методах випробувань, вимоги нормативних документів до показників продукції і фактичні значення показників, допустима похибка вимірювання, показники точності випробувань.

**Випробувальна лабораторія має право:**

- разом з органом з сертифікації визначати терміни проведення випробувань продукції, що сертифікується;
- встановлювати форму протоколу випробувань;
- укладати з іншими лабораторіями субпідрядні договори на проведення випробувань. При цьому лабораторія-замовник несе повну юридичну відповідальність за роботу субпідрядника.

Лабораторія у відповідності зі статусом зобов'язана:

- відповідати вимогам ДСТУ 3412;

- забезпечувати точність, достовірність та об'єктивність результатів випробувань;
- вести облік всіх претензій за результатами випробувань;
- брати участь у проведенні робіт по закордонному та міжнародного визнання акредитованих лабораторій;
- надавати у разі необхідності та за погодженням із замовником зразки продукції для проведення їх порівняльних випробувань в інших лабораторіях;
- брати участь у разі необхідності в порівняльних випробуваннях (оплата проводиться за домовленістю сторін);
- повідомляти Національний орган України з сертифікації про зміни в структурі, технічній оснащеності, в стандартах та інших нормативних документах, що може вплинути на результати випробувань.

Лабораторія стосовно заявника зобов'язана:

- надавати заявникові можливість спостереження за проведеними для нього випробуваннями;
- забезпечувати конфіденційність інформації про результати випробувань;
- дотримуватися встановлених строків випробувань;
- сповіщати заявника щодо намірів доручити проведення частини випробувань іншій акредитованій лабораторії та проводити їх тільки за його згоди.

Керівник лабораторії підписує протоколи випробувань. Якщо лабораторія акредитована тільки на технічну компетентність, то протоколи випробувань підписуються також представником органу із сертифікації, який доручив випробування, і затверджуються його керівником.

### **Контрольні питання**

1. Коли і яким законодавчим актом в Україні введено в дію систему обов'язкової сертифікації УкрСЕПРО?
2. Які законодавчі та нормативні акти є правовою основою сертифікації в Україні?
3. Дайте характеристику Національній системи сертифікації України УкрСЕПРО.
4. Назвіть основні завдання УкрСЕПРО.
5. Поясніть основні принципи і загальні правила системи сертифікації УкрСЕПРО.
6. Охарактеризуйте основні вимоги до органів з сертифікації продукції.
7. Назвіть права та обов'язки органу з сертифікації
8. Охарактеризуйте основні вимоги до випробувальних лабораторій.
9. Права та обов'язки випробувальних лабораторій.

## ЛЕКЦІЯ № 15 АТЕСТАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА

### 15.1 Обстеження виробництва

**Мета обстеження виробництва:** визначення відповідності фактичного стану виробництва вимогам документації, підтвердження можливості підприємства виготовляти продукцію відповідно до вимог нормативних документів, що діють в Україні.

Обстеження виробництва проводиться при проведенні сертифікації продукції за ініціативою заявника або за рішенням органу зсертифікації продукції (ОС). Порядок проведення цих робіт встановлений в ДСТУ 3957-2000.

Перед проведенням обстеження виробництва Заявник разом із Заявкою повинен подати в ОС заповнену анкету попереднього обстеження виробництва продукції (рос, англ. ), заявленої на сертифікацію, а також комплект документів відповідно до переліку.

Результати обстеження оформляються актом обстеження виробництва.

Обстеження виробництва передбачає здобуття кількісної оцінки стабільності показників продукції і визначення порядку проведення технічного нагляду за виробництвом сертифікованої продукції.

#### **Порядок проведення обстеження виробництва**

При обстеженні виробництва проводиться експертиза нормативної, технічної і технологічної документації, яка передбачає:

- ознайомлення із структурною схемою підприємства, включаючи основні і допоміжні виробничі підрозділи, інженерні та адміністративні служби і зв'язки між ними;

- перевірку відповідності показників і характеристик продукції, встановлених технічною документацією, вимогам діючих нормативних документів, що поширюються на продукцію і технологічні процеси її виготовлення;

- оцінку достатності контрольних операцій і випробувань, передбачених технологічною документацією, для забезпечення упевненості в повній відповідності продукції, що випускається, вимогам діючих нормативних документів на дану продукцію;

- оцінку системи вхідного контролю сировини і матеріалів та системи контролю показників технологічного процесу;

- перевірку наявності і ефективності системи метрологічного забезпечення вживаних засобів вимірювальної техніки і випробувального устаткування.

При позитивних результатах обстеження виробництва складається акт обстеження, який спільно з позитивними протоколами сертифікаційних випробувань, є підставою для видачі сертифікату на продукцію на строк до двох років.

## **15.2 Атестація виробництва**

**Мета атестації виробництва:** проведення оцінки технічних можливостей підприємства - виробника забезпечувати стабільний випуск продукції, з параметрами що відповідають вимогам нормативних документів.

Загальний порядок проведення атестації виробництв установлюється ДСТУ 3414-96 «Система сертифікації УкрСЕПРО. Атестація виробництв. Порядок проведення» Підприємство, що пройшло атестацію виробництва по ДСТУ 3414-96, одержує можливість сертифікувати свою продукцію в Системі сертифікації УкрСЕПРО терміном до 3 років.

Для деяких видів виробництв затверджені спеціальні порядки проведення атестації, що враховують особливості конкретного виду виробництва.

Згідно з ДСТУ 3414 атестація виробництва проводиться за ініціативою підприємства або на вимогу органу із сертифікації. Вона повинна передбачати отримання кількісної оцінки стабільності відтворення характеристик продукції. Для характеристик, що підтверджуються сертифікацією, має також передбачатись видача рекомендацій щодо оптимальної кількості зразків (проб, вибірок), що випробовуються з метою сертифікації, способів та правил їх відбору, а також правил і порядку проведення технічного нагляду за виробництвом сертифікованої продукції.

Атестація виробництва в Системі, проводиться органом із сертифікації продукції, а за його відсутності — організацією, що виконує функції органу із сертифікації продукції за дорученням Національного органу із сертифікації. Допускається здійснення атестації виробництва продукції органом із сертифікації систем якості, при цьому вся відповідальність за обґрунтованість видачі сертифіката відповідності на продукцію, що випускається атестованим виробництвом, залишається за органом із сертифікації продукції або за організацією, що виконує його функції.

Підприємство, що має намір атестувати виробництво продукції в Системі, повинне мати повний комплект технічної документації на продукцію та її виробництво (включаючи нормативну, конструкторську та технологічну документацію або документацію, яка визначає склад продукції). Склад технологічної документації визначається особливостями продукції та технологією її виробництва.

**Підприємство до початку атестації повинне мати документи, в яких наводяться відомості щодо:**

- організації контролю якості;
- організації контролю за випуском продукції;
- структури відповідальності виробничого персоналу перед вищим керівництвом за якість виготовлення продукції та виконання робіт;
- системи контролю якості в ході технологічного процесу, включаючи контроль матеріалів та комплектуючих виробів;

- системи контролю за внесенням змін до технологічної документації на продукцію;
- засобів виміральної техніки, контролю за випробувальним обладнанням, що використовується під час виробництва продукції;
- системи перевірки засобів виміральної техніки та контролю випробувального обладнання;
- порядку формування та позначення партії продукції, що випускається, порядку формування та позначення вибірок з них для випробувань або контролю;
- порядку реєстрації результатів контролю та випробувань, складання, затвердження та зберігання протоколів випробувань;
- порядку, що забезпечує випуск тільки тих партій продукції, які відповідають вимогам нормативно-технічної документації. Підприємству необхідно до проведення атестації розробити інструкцію з атестації технічних можливостей відповідно до ДСТУ 3414.

Підприємство, що має намір атестувати виробництво, має призначити головного контролера та його заступника. Вони повинні гарантувати, що вимоги, які ставляться органом із сертифікації продукції, розуміються правильно і виконуються в разі подання виготовленої продукції на сертифікацію, яке санкціонується виключно головним контролером або його заступником.

Головний контролер повинен підтверджувати представникам органу, що здійснює технічний нагляд, достатність заходів щодо контролю якості. Він має бути кваліфікованим фахівцем у технічному та адміністративному відношеннях, щоб здійснювати контроль за випуском сертифікованої продукції, який відповідає вимогам технічного нагляду.

Головний контролер повинен мати достатні повноваження та матеріальне забезпечення для виконання ефективного контролю якості вхідної сировини, матеріалів та комплектуючих виробів, що надходять, контролю якості у процесі виготовлення та контролю продукції, що сертифікується. Він не повинен залежати від керівництва, що безпосередньо відповідає за виготовлення продукції. Наказом по підприємству йому мають бути надані такі **основні повноваження**:

- право вимагати усунення відхилень від встановлених вимог до подання виготовленої продукції на сертифікацію;
- право вимагати внесення змін до технічної документації та договорів на постачання відповідно до вимог органу з сертифікації продукції;
- право відмінити подання на сертифікацію виготовленої продукції, яка не відповідає вимогам, встановленим органом із сертифікації, або на яку не розповсюджуються вимоги програми сертифікації;

- застосувати на підприємстві останні документи органу із сертифікації продукції, які встановлюють вимоги до продукції, що сертифікується;
- визначати відповідність продукції, що сертифікується, встановленим вимогам до часу її відвантаження.

**Головний контролер** здійснює такі основні функції:

- підтримує зв'язок з органом, що здійснює технічний нагляд;
- несе персональну відповідальність за якість продукції, що постачається з сертифікатом відповідності;
- забезпечує реєстрацію результатів контролю, вимірювань та випробувань продукції, що сертифікується, які проведені підприємством, і надає їх у розпорядження органу, що здійснює технічний нагляд;
- несе відповідальність за обґрунтованість використання знаку або сертифіката відповідності під час постачання партій продукції;
- затверджує протоколи випробувань випущених партій сертифікованої продукції;
- несе відповідальність за проведення повторного контролю під час постачання сертифікованої продукції з затримкою.

Періодичні випробування продукції, що сертифікується, мають проводитись організацією через проміжки часу, встановлені органом із сертифікації продукції, на зразках (вибірках), що відібрані від виробничих партій, які вже витримали випробування, передбачені для них.

У випадках, коли **вибірка не задовольняє вимоги** за однією з характеристик під час періодичних випробувань головний контролер повинен негайно:

- припинити подальше постачання;
- розпочати перевірку з метою з'ясування причин;
- повідомити про випадок до органу із сертифікації продукції та до органу, що здійснює технічний нагляд.

Якщо буде виявлено, що відмова під час періодичних випробувань зумовлена тільки помилкою в порядку проведення випробувань, тоді:

- постачання негайно відновлюється;
- правильний порядок проведення випробувань має бути застосований до вибірки, яка вилучена з першої виробничої партії, що є в наявності;
- причина порушення порядку випробувань має бути усунута шляхом внесення погоджених змін з органом сертифікації продукції, який встановлює цей порядок.

Якщо буде виявлено, що відмова під час періодичних випробувань зумовлена помилкою у технологічному процесі, що розпізнається, та яку можливо усунути негайно, дефектна продукція може бути виявлена і вилучена через безперервний контроль, прийнятний для головного контролера, тоді:

- постачання негайно відновлюється;

– безперервний контроль продовжується, доки не будуть усунуті причини дефекту, внесені зміни до технологічної документації, та не будуть отримані позитивні результати випробувань вибірки, що вилучена з першої виробничої партії, поданої після усунення помилки у технологічному процесі;

– про випадок повідомляється органу із сертифікації продукції та органу, що здійснює технічний нагляд.

Якщо виявлено, що відмова під час періодичних випробувань зумовлена помилкою в технологічному процесі, що розпізнається, але не може бути усунута негайно, а дефектна продукція не може бути вилучена через безперервний контроль, право застосування сертифіката відповідності має бути припинено. Воно відновлюється органом із сертифікації продукції, якщо підприємство надасть переконливі докази виявлення причин помилки в технологічному процесі, проведення коригувальних дій та якщо результати періодичних випробувань на вибірках із двох послідовних виробничих партій будуть позитивні.

Якщо відмова під час проведення періодичних випробувань може бути напевно приписана конкретній помилці у проведенні випробувань або помилці в технологічному процесі, що розпізнається, питання про порядок подальшого постачання з використанням сертифіката та знаку відповідності вирішує орган із сертифікації продукції шляхом одного з таких способів:

- використання безперервного контролю;
- зміну порядку відбору вибірки;
- зміну періодичності випробувань вибірки.

Виробничі партії, що відбраковуються під час випробувань, можуть бути подані на випробування після розбракування, при цьому має передбачатись більш жорсткий план контролю порівняно з тим, який використовувався під час випробувань на попередніх партіях. При цьому жодна партія продукції, що сертифікується, або її частина не повинна подаватися на випробування більш як двічі, якщо інше не зазначено в нормативному документі.

**Партія продукції, що сертифікується, може складатися тільки з однієї або кількох виробничих партій за умови, що:**

– продукція з виробничих партій виготовляється за однакових умов (матеріали, процеси, обладнання тощо);

– контроль якості та контроль у ході процесу виготовлення відбувається в необхідному обсязі згідно з інструкціями відповідних підрозділів підприємства, погодженими з головним контролером;

– результати контролю показують стосовно кожної виробничої партії, що якість матеріалів та технологічний процес підтримуються в межах, необхідних для виготовлення продукції, яка задовольняє вимоги нормативних документів;

– період часу, протягом якого виробничі партії можуть комплектуватись в одну партію продукції, що сертифікується, не перевищує терміну, встановленого органом із сертифікації продукції. Порядок комплектування

партії продукції, що сертифікується, з виробничих партій має встановлюватися головним контролером і подаватися до органу із сертифікації продукції для затвердження.

Результати випробувань випущеної сертифікованої продукції мають реєструватися у сертифікаційному протоколі випущених партій, що стисло подає накопичені результати випробувань, проведених підприємством, на відповідність до вимог нормативного документа.

**Сертифікаційний протокол** випущених партій, крім результатів випробувань, має містити:

- назву підприємства;
- позначення та назву нормативного документа на продукцію;
- назву та позначення продукції;
- дату, яка визначає період часу, що охоплюється протоколом випробувань випущених партій;
- позначення кожного випробування;
- заяву про достовірність відомостей протоколу, засвідчену головним контролером.

Сертифікаційний протокол випробувань випущених партій має містити результати випробувань на надійність за час заявленого терміну служби за характеристиками, що встановлені в нормативному документі, у вигляді загальної кількості випробуваних зразків та кількості виявлених дефектів. У разі необхідності наводять первинні, проміжні та кінцеві значення характеристик, але результати випробувань виробничих партій, що забраковані під час випуску із виробництва, не повинні бути вміщені в сертифікаційний протокол.

Відомості сертифікаційного протоколу випробувань випущених партій є власністю підприємства і не можуть розголошуватись без його дозволу. Вони мають накопичуватися підприємством протягом терміну, встановленого органом з сертифікації продукції, і надаватися йому за цією періодичністю.

У протоколах за результатами випробувань на підприємстві мають зазначатися відмови, виявлені в разі будь-яких випробувань на відповідність. Ці протоколи мають зберігатися у встановленому на підприємстві порядку і надаватися органу, що здійснює технічний нагляд.

У загальному випадку **порядок здійснення робіт** з атестації виробництва передбачає виконання таких етапів:

- подання заявки підприємства;
- попереднє оцінювання;
- складання програми та методики атестації;
- перевірка виробництва й атестація його технічних можливостей;
- технічний нагляд за атестованим виробництвом.

Подання заявки відбувається, якщо атестація запроваджується з ініціативи підприємства, яке складає заявку і направляє до органу із сертифікації продукції



разом із двома примірниками інструкції з атестації технічних можливостей та відомостями про виробництво відповідно до вимог ДСТУ 3414.

Якщо атестація виробництва запроваджується за вимогою органу із сертифікації продукції, два примірники інструкції з атестації технічних можливостей та відомостей про виробництво подаються до органу з сертифікації на його запит.

**Попереднє оцінювання** виконується комісією експертів органу із сертифікації продукції в погоджені терміни. Склад комісії експертів затверджується керівником органу із сертифікації продукції. Воно передбачає:

- експертизу вихідних матеріалів, наданих підприємством;
- складання висновку щодо готовності підприємства до запровадження атестації виробництва.

**Експертиза вихідних матеріалів має передбачати:**

- перевірку відповідності характеристик продукції, встановлених технічною документацією, вимогам стандартів та інших нормативних документів, що розповсюджуються на продукцію та технологічні процеси її виготовлення;
- оцінювання достатності контрольних операцій і випробувань, передбачених технологічною документацією для забезпечення певності в повній відповідності продукції, що на неї розповсюджується;
- перевірку відповідності переліку показників технічних можливостей виробництва, що атестується;
- оцінювання повноти програми випробувань для підтвердження технічних можливостей виробництва, що атестується;
- оцінювання правильності основних етапів технологічного процесу виробу;
- оцінювання слушності методів випробувань для підтвердження технічних можливостей виробництва, що атестується;
- наявність системи контролю якості виготовлення в ході технологічного процесу, включаючи контроль матеріалів та комплектуючих виробів;
- перевірку показників відповідності засобів вимірювання та контролю, що застосовуються, вимогам конструкторської та технологічної документації, щодо дозволених відхилень показників і характеристик;
- перевірку наявності системи метрологічного забезпечення засобів вимірювань, контролю та випробувань, які застосовуються.

Комісія експертів може, в разі необхідності:

- запросити у підприємства інші відомості, якщо вони необхідні для попереднього оцінювання;
- направляти власного представника для збирання додаткової інформації безпосередньо на підприємстві.

За результатами попереднього оцінювання складається висновок, в якому відображено готовність підприємства до атестації виробництва та доцільність проведення подальших етапів робіт, який підписує керівник комісії експертів.

У разі негативного висновку підприємство може вдруге направити матеріали заявки.

Складання програми та методики атестації проводиться комісією експертів, що виконували попереднє оцінювання, їх затверджує керівник органу сертифікації продукції.

### **Перевірка виробництва й атестація його технічних можливостей.**

Основним завданням перевірки виробництва є оцінювання відповідності інформації, що наведена у вихідних матеріалах, фактичному стану безпосередньо на підприємстві, а також проведення необхідних випробувань для атестації технічних можливостей виробництва.

Перевірка здійснюється відповідно до затвердженої програми та методики атестації комісією експертів, до якої входить також фахівець, компетентний в оцінюванні відповідної технології.

Перед початком роботи комісії її експерти разом із керівництвом підприємства:

- розглядають мету та завдання перевірки;
- обговорюють програму та методику атестації;
- встановлюють форми спілкування між членами комісії, керівництвом та працівниками організації.

За результатами перевірки комісія протягом місяця **складає звіт**, який містить аналіз результатів перевірки та обґрунтовані висновки. Звіт повинен містити таку інформацію:

- відомості про всі роботи, що використовувались для підтвердження технічних можливостей виробництва;
- таблицю меж підтвердження технічних можливостей;
- отримані результати випробувань для підтвердження технічних можливостей та стислу інформацію щодо виявлених відмов, дефектів тощо.

Звіт підписують усі члени комісії та затверджує керівник органу із сертифікації.

На підставі позитивних висновків комісії орган із сертифікації оформлює атестат виробництва відповідної форми, реєструє його в Реєстрі Системи і видає підприємству. Термін дії атестата встановлюється органом із сертифікації, залежно від результатів перевірки, але не більше як на три роки.

Технічний нагляд за атестованим виробництвом здійснює орган із сертифікації протягом терміну дії атестата. До технічного нагляду можуть залучатися територіальні центри. За результатами технічного нагляду орган із сертифікації може припинити або зупинити дію атестата виробництва.

Продовження терміну дії атестата виробництва. Для цього підприємство не пізніше як за три місяці до закінчення дії атестата направляє до органу із

сертифікації відповідні матеріали, які розглядаються так, як це було вказано вище. При негативних висновках атестат виробництва анулюється.

**Зупинка або припинення дії атестата виробництва відбувається в таких випадках:**

- коли виявлено невідповідність якості виготовленої продукції;
- коли до конструкції або технології виготовлення продукції без погодження з органом із сертифікації внесено зміни, які можуть призвести до зниження рівня якості продукції;
- коли термін дії атестата закінчився, а підприємство не направило матеріали для його продовження;
- коли під час виконання технічного нагляду виявлено невідповідності виробництва атестованим технічним можливостям.

У випадках, якщо дію атестата зупинено, поновлення його дії здійснюється за рішенням органу із сертифікації після проведення підприємством коригувальних дій для усунення причин виявлених невідповідностей.

Орган із сертифікації, який проводить атестацію виробництва, несе відповідальність за забезпечення конфіденційності інформації, яку отримують його співробітники під час контактів із працівниками підприємства.

Апеляція. У разі незгоди із зауваженнями та висновками комісії експертів за результатами перевірки виробництва, підприємство має право в місячний термін направити до ради органу із сертифікації апеляцію. Залежно від її обґрунтованості може бути призначена нова перевірка виробництва іншим складом експертів. Про своє рішення рада органу із сертифікації сповіщає подавача апеляції протягом місяця.

Атестат спільно з позитивними протоколами сертифікаційних випробувань, є підставою для видачі сертифікату на продукцію на строк до трьох років.

Атестація виробництва в системі УКРСЕПРО для не українських виробників (іноземних фірм), як правило, не рекомендується і проводиться дуже рідко. Це пояснюється тим, що для проведення атестації виробництва необхідно мати на підприємстві розроблений і упроваджений комплект документів для забезпечення якості продукції. Вимоги до документів і вмісту інструкції по атестації технічних можливостей вказані в ДСТУ 3414-96. У комплект повинна входити інструкція по атестації технічних можливостей підприємства при виробництві кожного типу продукції. Ці вимоги досить складні, відрізняються від вимог, що пред'являються до систем управління якістю (ISO 9001), проте також направлені на забезпечення якості продукції. Для виробників за межами України буває дуже складно розробити цей комплект документів. У тому випадку, коли на виробництві упроваджена система управління якістю (ISO 9001), набагато простіше провести

сертифікацію продукції в Системі УКРСЕПРО за схемою з сертифікацією системи управління якістю. Ця модель (схема) сертифікації описана нижче.

### **15.3 Сертифікація (оцінка) системи управління якістю виробництва**

Сертифікація продукції за схемою з сертифікацією (оцінкою) системи управління якістю виробництва, при позитивних результатах сертифікаційних випробувань, є підставою для видачі сертифікату на продукцію на строк до п'яти років.

Мета сертифікації (оцінки) системи управління якістю: підтвердження відповідності системи управління якістю вимогам ДСТУ ISO 9001 - 2001 (ISO 9001:2000, IDT) і забезпечення упевненості в тому, що продукція, що випускається підприємством, відповідає обов'язковим вимогам нормативних документів. При цьому всі технічні, адміністративні і людські чинники, що впливають на якість продукції, знаходяться під контролем, продукція незадовільної якості своєчасно виявляється, а підприємство постійно приймає заходи по запобіганню виготовлення такої продукції, поліпшенню якості продукції і поліпшенню задоволеності замовників.

Сертифікація (оцінка) системи якості забезпечує упевненість в тому, що виробник здатний постійно випускати продукцію, відповідну вимогам нормативних документів стабільної якості.

Сертифікація (оцінка) систем якості проводиться органами, акредитованими в Системі УКРСЕПРО на право проведення цих робіт – органом з сертифікації систем якості (ОССК). Порядок проведення цих робіт встановлений в ДСТУ 3419-96.

Роботи з сертифікації починаються з подачі заявки. При проведенні робіт з сертифікації продукції з сертифікацією (оцінкою) систем управління якістю виробництва досить подати заявку на сертифікацію продукції (укр, рос, англ). При цьому, за узгодженням із заявником, проводиться сертифікація продукції за схемою з сертифікацією систем управління якістю.

При проведенні робіт з сертифікації лише систем управління якістю виробництва подається заявка на сертифікацію систем управління якістю.

Комплект документів, що додаються до заявки у загальному випадку приведений в переліку (рос, англ, укр), який може уточнюватися для конкретної продукції.

Разом із заявкою заявник також направляє заповнену опитну анкету (рос, англ) з початковими даними для проведення попередньої оцінки системи управління якістю, перевірки і оцінки стану виробництва підприємства – заявника. Підприємство - замовник також готує всі необхідні початкові матеріали як для сертифікації продукції, так і для сертифікації системи управління якістю виробництва, і подає їх в ОССК.

Процес сертифікації (оцінки) систем управління якістю виробництва складається з наступних етапів:

- попередня (заочна) оцінка системи управління якістю – проводиться на підставі опитної анкети;
- остаточна перевірка і оцінка системи управління якістю (з відвідинами виробництва);- оформлення звіту за результатами перевірки;
- реєстрація і видача сертифікату на систему управління якістю (при сертифікації системи);
- технічний нагляд за сертифікованою системою управління якістю виробництва впродовж терміну дії сертифікату.

При позитивних результатах сертифікації системи управління якістю заявникові видається сертифікат на систему управління якістю.

При позитивних результатах оцінки системи управління якістю заявникові видається звіт за результатами перевірки.

Копія сертифікату (звіту) передається в орган з сертифікації продукції, і це, при позитивних результатах сертифікаційних випробувань є підставою для видачі сертифікату на продукцію на строк до п'яти років.

## **ЛЕКЦІЯ № 16 СЕРТИФІКАЦІЯ МАШИН, МЕХАНІЗМІВ, УСТАТКУВАННЯ, ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ**

### **16.1 Загальні положення**

Сертифікація є важливим етапом в процесі виробництва і реалізації продукції, товарів, робіт і послуг, так як продукція, що підлягає обов'язковій сертифікації в Україні, повинна виготовлятися, ввозитися і реалізовуватися на митній території України тільки за наявності сертифіката відповідності.

**Сертифікація** - процедура, за допомогою якої визнаний в установленому порядку орган документально засвідчує відповідність продукції, систем якості, систем управління якістю, систем екологічного управління, персоналу встановленим законодавством вимогам.

**Метою сертифікації продукції є:**

- запобігання реалізації продукції, небезпечної для життя, здоров'я, майна та навколишнього середовища;
- захист прав споживачів;
- підтвердження показників якості продукції, які заявлені;
- сприяння споживачеві у компетентному виборі продукції;
- створення умов для участі суб'єктів підприємницької діяльності в міжнародному економічному, науково-технічному співробітництві та міжнародній торгівлі.

Сертифікація продукції проводиться в порядку, визначеному національними стандартами і розробленими на їх основі Правилами сертифікації однорідних видів продукції (послуг). Загальні вимоги до порядку проведення сертифікації продукції в Системі УкрСЕПРО в ДСТУ 3413.

Сертифікація продукції може бути **обов'язковою і добровільною**.

**Обов'язкова сертифікація** проводиться виключно в державній системі сертифікації УкрСЕПРО і включає перевірку та випробування продукції для визначення її характеристик і подальший державний технічний нагляд за сертифікованою продукцією.

**Добровільна сертифікація** на відповідність вимогам нормативних документів, узгоджених з постачальником і споживачем, проводиться з ініціативи виготовлювача, продавця, споживача, органів державної влади, громадських організацій для встановлення відповідності продукції вимогам, що не відносяться до обов'язкових, на договірних умовах між заявником і органом по сертифікації.

Відмінні ознаки обов'язкової та добровільної сертифікації наведені в таблиці 1.

**Перелік продукції**, що підлягає обов'язковій сертифікації в Україні, затверджений Наказом Держстандарту України від 01.02.2005 р. № 28 (у редакції наказу Міністерства економічного розвитку і торгівлі України 06.11.2013 № 1308), та включає 19 видів однорідної продукції (додаток Б).

Сертифікацію продукції в Системі проводять виключно органи з сертифікації (ОС), а в разі їх відсутності - організації, що виконують функції органів з сертифікації продукції за дорученням Національного органу України з сертифікації.

Сертифікація продукції проводиться за однією з шести схем (моделей), наведених в таблиці 2.

Схема сертифікації - це склад і послідовність дій органу з сертифікації при здійсненні процедури оцінки відповідності.

Схема сертифікації залежить від:

- виду продукції;
- кількості продукції;
- стану виробництва;
- інших факторів.

Схема, яка використовується при обов'язковій сертифікації продукції, визначає орган з сертифікації. При цьому враховуються особливості виробництва, випробувань, поставки і використання конкретної продукції, можливі витрати заявника.

Схему добровільної сертифікації визначає заявник за погодженням з органом з сертифікації.

При виборі схеми (моделі) сертифікації продукції органу з сертифікації рекомендується керуватися такими правилами:

1) сертифікат на одиничний виріб видається на підставі позитивних результатів випробувань цього виробу, проведених акредитованою випробувальною лабораторією;

2) сертифікат на партію продукції (виробів) видається на підставі позитивних результатів випробувань в акредитованій випробувальній лабораторії (центрі) зразків продукції (виробів), відібраних з партії в порядку і кількості, встановленими органом із сертифікації;

3) сертифікат відповідності на продукцію, що виготовляється серійно протягом терміну дії сертифіката, та ліцензійна угода на право його застосування та маркування продукції знаком відповідності надаються органом з сертифікації на підставі позитивних результатів сертифікаційних випробувань зразків продукції, відібраних в порядку і кількості, встановленими органом з сертифікації, та проведення залежно від обраної схеми.

Таблиця 16.1 - Відмінні ознаки обов'язкової та добровільної сертифікації

Ознака	Обов'язкова сертифікація	Добровільна сертифікація
Мета сертифікації	1. Запобігання реалізації продукції, небезпечної для життя, здоров'я, майна громадян та навколишнього середовища. 2. Захист прав споживачів.	1. Сприяння споживачеві у компетентному виборі продукції. 2. Створення умов для участі суб'єктів підприємницької діяльності в міжнародному економічному, науково-технічному співробітництві, міжнародній торгівлі. 3. Підвищення конкурентоспроможності продукції.
Хто здійснює сертифікацію	Проводиться органами по сертифікації виключно в держаній системі сертифікації УкрСЕПРО.	Проводиться органами по сертифікації, які акредитовані в держаній системі сертифікації УкрСЕПРО.
Хто є заявником сертифікації	Виробники, постачальники продукції.	Виробники, постачальники, продавці продукції, органи державної влади, громадські організації.
Хто визначає схему сертифікації	Орган по сертифікації.	Заявники за погодженням з органами по сертифікації.
Які показники продукції перевіряються	Показники продукції, які віднесені нормативними документами до обов'язкових до виконання.	Показники продукції за вибором заявника.
Об'єкт сертифікації	Перелік продукції, затверджений Держстандартом України.	Визначається заявником сертифікації.

Схеми 1,2,3 не застосовуються при сертифікації послуг.

У разі, якщо заявник отримав сертифікат відповідності за результатами сертифікації одного або декількох найменувань продукції одного типу, сертифікати відповідності на інші найменування продукції того ж самого типу можуть бути видані органом з сертифікації без повторного проведення обстеження, атестації чи сертифікації системи управління якістю.

Орган з сертифікації продукції може застосовувати й інші правила для вибору схем (моделей) сертифікації залежно від специфіки продукції та особливостей її виробництва.

Під час сертифікації продукції перевіряються характеристики (показники) продукції і використовуються методи випробувань, які дозволяють:

- провести ідентифікацію продукції, в тому числі перевірити належність до класифікаційної групи, відповідність технічної документації, походження, приналежність до даної партії тощо;
- повно і вірогідно підтвердити відповідність продукції заданим вимогам.

Таблиця 16.2 - Схеми (моделі) сертифікації продукції в Системі УкрСЕПРО

Продукція, що сертифікується	Назва робіт					Документи, які видаються органом з сертифікації
	обстеження виробництва	атестація виробництва	Сертифікація системи якості	випробування з метою сертифікації	технічний нагляд	
Одиничний виріб	Не проводиться	Не проводиться	Не проводиться	Проводиться по кожному виробу	Не проводиться	Сертифікат відповідності на кожний виріб
Партія продукції (виробів)	Не проводиться	Не проводиться	Не проводиться	Проводяться на зразках продукції, що встановлені органом з сертифікації (ОС)	Не проводиться	Сертифікат відповідності на партію продукції з наведенням розміру партії
Продукція, що випускається серійно	Не проводиться	Не проводиться	Не проводиться	Проводяться на зразках продукції, що встановлені органом з сертифікації	Проводиться в порядку, що визначений ОС	Сертифікат відповідності з терміном дії до одного року
	Проводиться	Не проводиться	Не проводиться	Проводяться на зразках продукції, що відібрані в порядку і в кількості, які встановлені ОС	Проводиться в порядку, що визначений ОС	Сертифікат відповідності з терміном дії до 2 років
	Не проводиться	Проводиться	Не проводиться	Проводиться в порядку, що визначений органом з сертифікації	Проводиться в порядку, що визначений ОС	Сертифікат відповідності з терміном дії до 3 років
	Не проводиться	Не проводиться	Проводиться органом з сертифікації систем якості	Проводиться в порядку, що визначений органом з сертифікації	Проводиться в порядку, що визначений ОС	Сертифікат відповідності з терміном дії до 5 років



## **16.2 Вимоги до нормативних документів на продукцію, що сертифікується**

У нормативних документах на продукцію, що застосовуються при обов'язковій сертифікації, повинні бути ясно і однозначно наведені технічні вимоги, що підтверджуються сертифікацією. Норми і допустимі відхилення слід задавати таким чином, щоб забезпечувалася можливість їх вимірювання з заданою або відомою точністю під час випробувань.

Вступна частина нормативного документа або розділ «Сфера використання» повинна містити вказівку про можливість використання документа для сертифікації (наприклад, «стандарт придатний для обов'язкової сертифікації»).

У нормативних документах на продукцію, що застосовуються при обов'язковій сертифікації, в спеціальному розділі або через посилання на інший нормативний документ повинні встановлюватися методи, умови, обсяг і порядок випробувань для підтвердження відповідності технічним вимогам. Слід встановлювати вимоги до показників точності вимірювань та випробувань, що забезпечують отримання порівнянних результатів, отриманих різними випробувальними лабораторіями. Якщо послідовність проведення випробувань впливає на результати випробувань, вона повинна бути наведена.

Нормативні документи на методи випробувань є обов'язковими, якщо в нормативних документах на продукцію наводяться посилання на них.

Вимоги до маркування, встановлені нормативними документами, повинні забезпечувати однозначну ідентифікацію продукції, а також містити вказівки про спосіб нанесення знака відповідності.

Органи по сертифікації продукції не пізніше, ніж за 6 місяців, сповіщають підприємства, яким представлено право використання сертифіката відповідності, про заплановані зміни в стандартах, що розповсюджуються на сертифіковану продукцію.

## **16.3 Загальні правила і порядок проведення робіт з сертифікації**

Алгоритм проведення сертифікації продукції наведений на рисунку 16.1.

**Подання та розгляд заявки.** Для проведення сертифікації продукції в Системі заявник подає до акредитованого і призначений орган з сертифікації продукції заявку.

Інформація про призначені органи з сертифікації продукції міститься в довідкових матеріалах, що складаються за даними Реєстру Системи та видаються Національним органом України з сертифікації.

Заявник повинен надати органу із сертифікації письмову гарантію того, що він не заявляв цю продукцію на сертифікацію іншим органам із сертифікації. Заявником на сертифікацію одиничних виробів або партії продукції може бути будь-яка юридична або фізична особа. Заявником на сертифікацію серійно випускається, може бути тільки виробник продукції як

юридична особа, що діє від свого імені або через посередників. Посередник повинен надати документи про те, що він уповноважений діяти від імені виробника і що виробник бере на себе ті ж самі зобов'язання, що і заявник.

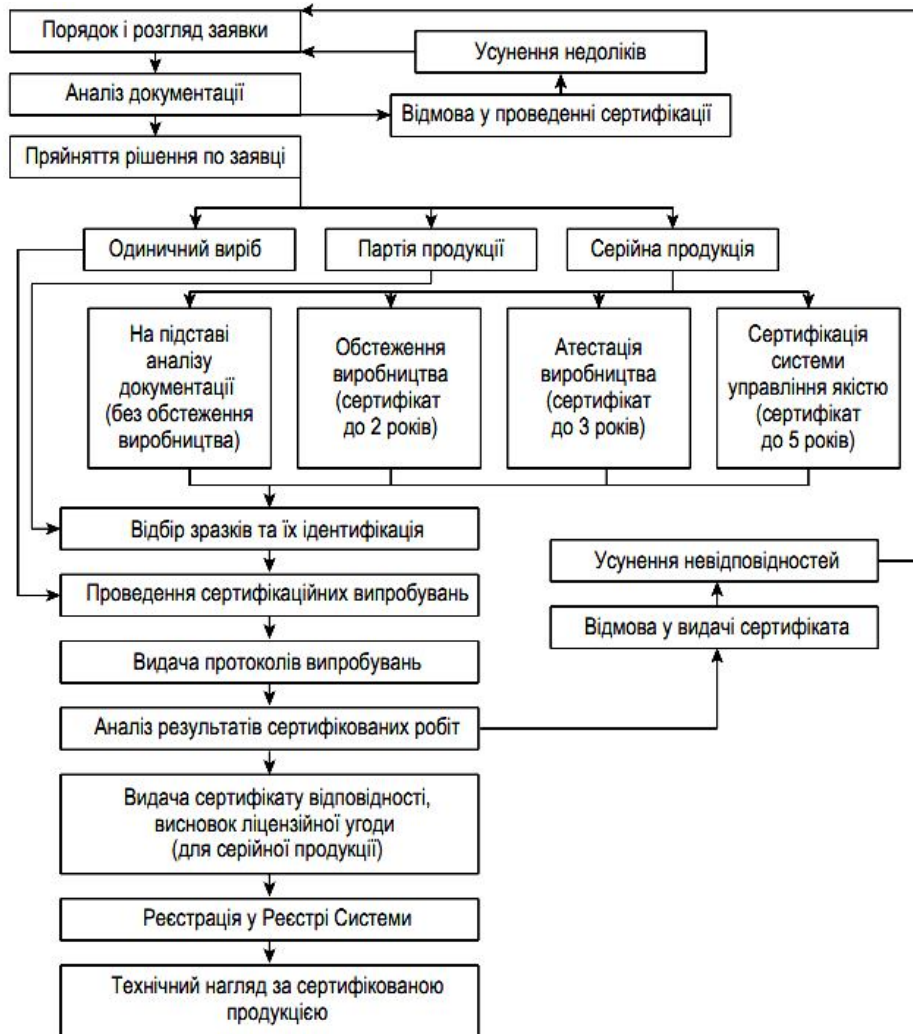


Рисунок 16.1 - Алгоритм проведення сертифікації продукції

Якщо є кілька призначених органів з сертифікації конкретного виду продукції, заявник має право подати заявку в будь-який з них. Орган з сертифікації розглядає заявку і не пізніше одного місяця після її подання сповіщає заявника про своє рішення, яке повинно містити основні умови сертифікації.

Копії рішення направляються:

- органу з сертифікації систем управління якістю (у разі необхідності);
- випробувальної лабораторії, яка буде проводити випробування;
- органу, який здійснюватиме технічний нагляд (у разі необхідності);
- державному центру стандартизації, метрології та сертифікації за місцем розташування заявника.

**Аналіз документації.** Аналіз документації проводиться з метою перевірки її відповідності встановленим вимогам.

У процесі аналізу наданої документації перевіряється:

- наявність нормативних документів на продукцію (при необхідності);

- наявність документа, що підтверджує походження продукції;
- наявність документа виробника про гарантії та відповідність продукції встановленим вимогам;
- наявність документа, що підтверджує розміри партії і дату випуску продукції;
- наявність, у разі необхідності, висновків відповідних контролюючих організацій (Міністерства аграрної політики та продовольства, Міністерства з надзвичайних ситуацій, Міністерства екології та природних ресурсів, Міністерства економічного розвитку і торгівлі, Міністерства охорони здоров'я, Державної ветеринарної та фіто-санітарної служби, Державної санітарно-епідеміологічної служби тощо);
- достовірність, правильність заповнення та термін дії документації;
- дотримання вимог щодо маркування продукції.

Негативні результати аналізу документації оформляються висновком, який передається заявнику для усунення недоліків.

У разі позитивного результату розгляду заявки визначається схема (модель) проведення сертифікації.

**Обстеження виробництва.** Обстеження виробництва проводиться з метою встановлення відповідності фактичного стану виробництва вимогам документації, підтвердження можливості підприємства виготовляти продукцію відповідно до вимог діючих нормативних документів, видачі рекомендацій щодо періодичності та форм проведення технічного нагляду за виробництвом сертифікованої продукції.

Рішення про проведення обстеження виробництва приймає орган з сертифікації за погодженням із заявником. Порядок проведення обстеження виробництва регламентується ДСТУ 3957.

За результатами обстеження оформлюється акт обстеження, який повинен містити обґрунтовані висновки і, при необхідності, рекомендації щодо усунення виявлених недоліків. Перший примірник акта передається заявнику, другий залишається в органі з сертифікації.

**Атестація виробництва.** Атестація виробництва проводиться з метою оцінки технічних можливостей підприємства-виробника забезпечити стабільний випуск продукції, яка відповідає вимогам нормативних документів, та видачі рекомендації щодо періодичності випробувань, кількості зразків (проб), випробовуваних під час сертифікації, способів та правил їх відбору.

Атестація виробництва проводиться органом з сертифікації продукції і виконується за ініціативою заявника або за рішенням органу з сертифікації продукції. Порядок проведення цих робіт встановлено в ДСТУ 3415.

Результати атестації оформлюються атестатом виробництва, який надсилається заявнику, а копія - органу із сертифікації продукції.

**Сертифікація системи управління якістю.** Сертифікація системи управління якістю виробництва продукції, що сертифікується проводиться з

метою забезпечення впевненості органу з сертифікації продукції в тому, що продукція, що випускається підприємством, відповідає обов'язковим вимогам нормативних документів, всі технічні, адміністративні та людські чинники, що впливають на якість продукції, знаходяться під контролем, продукція незадовільної якості своєчасно виявляється, а підприємство проводить заходи щодо попередження виготовлення такої продукції на постійній основі.

Сертифікація систем управління якістю проводиться органами, акредитованими на право проведення цих робіт, та виконується за ініціативою заявника або за рішенням органу з сертифікації продукції. Порядок проведення цих робіт встановлено в ДСТУ 3419.

Оцінку систем управління якістю проводять органи з сертифікації продукції (процесів, послуг), що мають необхідну для цього технічну компетентність. Право проведення цих робіт мають органи із сертифікації продукції під час їх призначення для виконання робіт в Системі. Порядок проведення цих робіт визначається ДСТУ ISO 19011.

Акредитація органу з сертифікації систем управління якістю є достатнім свідченням технічної компетентності, необхідної для виконання робіт з оцінки систем управління якістю.

Результати сертифікації системи управління якістю оформляються сертифікатом на систему управління якістю, який надсилається заявнику, а копія - органу із сертифікації продукції.

Результати оцінки системи управління якістю оформляються висновком, який надається до Реєстру Системи.

**Проведення випробувань з метою сертифікації.** Випробування продукції з метою сертифікації проводяться випробувальною лабораторією (центром), акредитованою на право проведення видів випробувань, передбачених нормативними документами на продукцію, або на право проведення випробувань цієї продукції.

Заявник надає зразки (проби) продукції для випробувань та технічну документацію на них. Склад технічної документації, кількість зразків для випробувань та правила їх відбору встановлюються органом з сертифікації згідно з порядком сертифікації конкретної продукції (правил сертифікації групи однорідної продукції).

Для сертифікації відбираються зразки в кількості, достатній для:

- ідентифікації продукції та проведення випробувань;
- проведення, у разі необхідності, повторних або додаткових випробувань;
- зберігання зразка-свідка органом з сертифікації (щодо продукції, для якої це передбачено).

**Зразок-свідок** - це відібраний за встановленими правилами зразок серійної продукції, на яку видано сертифікат відповідності. Він зберігається

органом із сертифікації, випробувальною лабораторією на випадок необхідності повторення випробувань для підтвердження показників продукції.

**Ідентифікація продукції** здійснюється органом з сертифікації або, за його дорученням, іншої уповноваженої ним організацією. Вона проводиться за результатами:

- аналізу інформації, наведеної на етикетці, в паспорті або в маркуванні;
- візуального огляду продукції;
- органолептичних та фізико-хімічних показників продукції, отриманих в акредитованих лабораторіях, і при звірці їх до вимог діючих в Україні нормативних документів на аналогічну продукцію.

Зразки продукції, які не пройшли ідентифікацію, не приймаються на сертифікацію. Ідентифікація продукції оформлюється актом ідентифікації.

**Випробування продукції.** Методи контролю (випробувань) кожного конкретного виду продукції встановлюють у Переліку продукції, що підлягає обов'язковій сертифікації в Україні. В ньому зазначаються також нормативні документи на методи контролю (випробувань) кожного конкретного виду продукції.

Випробування продукції, що імпортується проводяться акредитованими випробувальними лабораторіями (центрами), крім випадків, коли існує угода про взаємне визнання результатів випробувань.

При позитивних результатах протоколи випробувань передаються органу з сертифікації продукції, їх копії - заявнику.

У разі отримання негативних результатів хоча б по одному з показників, випробування з метою сертифікації припиняються, інформація про негативні результати пред'являється заявнику та органу з сертифікації продукції.

Повторні випробування можуть бути проведені тільки після подання нової заявки та надання органу з сертифікації продукції переконливих доказів проведення підприємством коригувальних заходів щодо усунення причин, що викликали невідповідність.

Зразки продукції, що пройшли випробування з метою сертифікації, в тому числі зруйновані, залишаються власністю заявника. Порядок списання, утилізації і повернення зразків та зберігання зразків-свідків повинен бути регламентований документацією органу.

**Видача сертифіката відповідності.** Сертифікат відповідності видається виключно органом з сертифікації продукції. Сертифікат видається на одиничний виріб, на партію продукції або на продукцію, що випускається підприємством серійно протягом терміну, встановленого ліцензійною угодою, з правом маркування знаком відповідності кожної одиниці продукції.

При наявності протоколів з позитивними результатами випробувань, сертифіката на систему управління якістю або атестата виробництва, залежно від прийнятої схеми (моделі) сертифікації, орган з сертифікації продукції

оформляє сертифікат відповідності, реєструє його в Реєстрі Системи згідно з ДСТУ 3415 та видає заявнику.

За бажанням заявника йому може бути додатково виданий оригінал сертифіката відповідності російською мовою з тим же номером і датою видачі.

Підтвердження факту сертифікації продукції (послуги) може здійснюватися одним з нижче наведених способів:

- оригіналом сертифіката відповідності;
- знаком відповідності згідно вимог ДСТУ 2296;
- копією сертифіката відповідності, завіреною органом, який видав сертифікат, або державним центром стандартизації, метрології та сертифікації;
- інформацією в супровідній документації на продукцію із зазначенням номера сертифіката, терміну його дії та органу, який його видав (інформація може надаватися у вигляді декларації постачальника про відповідність).

Маркування продукції знаком відповідності здійснює заявник. Право маркування продукції знаком відповідності надається заявнику на основі ліцензійної угоди.

Якщо випробування продукції за окремими показниками проводились декількома акредитованими або визнаними в Системі лабораторіями (центрами), а також лабораторіями інших систем, то сертифікат відповідності видається за наявності всіх необхідних протоколів з позитивними результатами випробувань. У цьому випадку в сертифікаті відповідності перелічують усі протоколи випробувань із зазначенням випробувальних лабораторій (центрів), які проводили випробування, а також визнані сертифікати (за їх наявності).

Термін дії сертифіката відповідності визначає орган з сертифікації з урахуванням терміну дії нормативних документів на продукцію, терміну, на який атестоване виробництво (сертифікована система управління якістю), гарантійного терміну придатності продукції, але не більше строків, зазначених у табл. 2 або визначених чинним законодавством України.

Дія сертифіката відповідності для серійної продукції поширюється на всю продукцію, виготовлену за період його дії, з урахуванням гарантійного терміну придатності і/або гарантійного терміну зберігання за умови дотримання вимог нормативних документів щодо умов транспортування, складування, зберігання продукції.

Термін дії сертифіката відповідності та ліцензійної угоди **не продовжується**.

Для отримання сертифіката відповідності на новий термін заявник не пізніше, ніж за 3 місяці до закінчення його дії направляє до органу з сертифікації повторну заявку. Допускається видача нового сертифіката замість втратив чинність за схемами з обстеженням та атестацією виробництва, сертифікацією або оцінкою системи управління якістю на основі результатів технічного нагляду за період дії сертифіката відповідності згідно з порядком сертифікації конкретної продукції (правил сертифікації групи однорідної

продукції), але тільки при позитивних результатах контрольних випробувань, виконаних за програмою технічного нагляду. При цьому сертифікаційні випробування за новою заявкою проводяться обов'язково.

У разі закінчення терміну дії сертифіката відповідності на нереалізовану протягом цього терміну партію продукції, новий сертифікат відповідності на залишки сертифікованої продукції повинен видаватися на основі ідентифікації залишків продукції (на підставі випробувань, проведених під час сертифікації).

У разі внесення змін у конструкцію (склад) продукції або технологію її виготовлення, які можуть вплинути на показники, підтверджені під час сертифікації, заявник зобов'язаний попередньо сповістити про це орган, який надавав ліцензію. Орган з сертифікації продукції приймає рішення про необхідність проведення нових випробувань або оцінки стану виробництва продукції.

У разі, якщо норми, встановлені стандартом на показник, підтверджений під час сертифікації, змінені на більш жорсткі, то питання про припинення дії кожної наданої ліцензії вирішує орган з сертифікації продукції за погодженням з Національним органом України з сертифікації.

До сертифіката відповідності може додаватися лише додаток за формою, встановленою ДСТУ 3498. У разі розширення переліку (номенклатури, асортименту) продукції заміна додатків до сертифікату відповідності не допускається. Повинен видаватися новий сертифікат відповідності з новим додатком.

**Визнання сертифіката відповідності, виданого органами інших систем сертифікації.** Рішення про визнання сертифікатів, виданих органами з сертифікації інших країн, які не є членами системи сертифікації УкрСЕПРО, на імпортовану в Україну продукцію приймає орган з сертифікації продукції, керуючись ДСТУ 3417. Вибрані процедури визнання повинні бути обґрунтовані і документально підтверджені.

**Технічний нагляд за стабільністю показників сертифікованої продукції під час її виробництва.** Технічний нагляд за стабільністю показників, що підтверджені сертифікатом відповідності, під час виготовлення продукції здійснює орган, що видав сертифікат. За пропозицією органу з сертифікації продукції нагляд може проводитися органами із сертифікації систем управління якістю або державними центрами стандартизації, метрології та сертифікації. Для забезпечення достовірності інформації зі спеціальних питань контролю до участі у проведенні технічного нагляду можуть залучатися фахівці з інших контролюючих організацій.

Загальний порядок технічного нагляду викладений у ДСТУ 3413.

Обсяг, порядок і періодичність нагляду встановлюється органом з сертифікації продукції під час проведення сертифікації і регламентується програмою технічного нагляду, яка розробляється органом і затверджується його керівником.

**Програма технічного нагляду** в загальному випадку включає:

- перевірку системи внесення змін в документацію;
- перевірку системи вхідного контролю;
- перевірку системи контролю і випробувань технологічних параметрів та готової продукції;
- перевірку дотримання вимог технологічних процесів;
- контроль виконання коригувальних заходів;
- контроль дотримання вимог щодо відбору зразків для випробувань та їх ідентифікації;
- контроль правильності використання сертифіката відповідності;
- перевірку пакування та зберігання продукції;
- аналіз претензій і рекламацій тощо;

За результатами нагляду орган з сертифікації може призупинити або припинити дію ліцензійної угоди чи сертифіката у випадках:

- порушення вимог, що пред'являються до продукції;
- порушення вимог до технології виготовлення, правил приймання, методів контролю та випробувань, позначення продукції, які узгоджені з органом з сертифікації під час проведення сертифікації продукції;
- зміни нормативних документів на продукцію або на методи її випробувань без попереднього погодження з органом з сертифікації продукції;
- зміни конструкції (складу), комплектності або технології виготовлення продукції без попереднього погодження з органом з сертифікації продукції.

Рішення про призупинення дії ліцензійної угоди і / або сертифіката відповідності приймається у випадку, якщо шляхом проведення коригувальних заходів, погоджених з органом з сертифікації продукції, підприємство може усунути виявлені причини невідповідності та без проведення повторних випробувань акредитованою випробувальною лабораторією підтвердити відповідність продукції вимогам нормативних документів. У протилежному разі ліцензія або сертифікат анулюються.

Інформація про призупинення або припинення дії (анулювання) сертифіката відповідності у письмовій формі доводиться органом з сертифікації до відома заявника та Національного органу України з сертифікації. Дія сертифіката відповідності припиняється з моменту виключення його з Реєстру Системи згідно з ДСТУ 3415.

У разі призупинення дії сертифіката здійснюються такі коригувальні заходи. Орган з сертифікації:

- інформує про зупинення або відновлення дії сертифіката відповідності органи Захисту прав споживачів, Державну митну службу та інші зацікавлені організації;
- встановлює термін виконання коригувальних заходів;
- контролює виконання заявником коригувальних заходів.



Заявник:

- визначає обсяг виготовленої невідповідної продукції та нове маркування для розрізнення продукції, виготовленої до і після проведення коригувальних заходів;

- сповіщає споживачів про небезпеку (або небажаність) використання (експлуатації) продукції та порядок усунення виявлених невідповідностей або обміну продукції;

- усуває невідповідність у продукції, що знаходиться в експлуатації, або забезпечує її повернення та доопрацювання, замінює продукцію у споживача, якщо усунення виявлених невідповідностей неможливе або недоцільне;

- здійснює заходи для усунення причин невідповідності продукції.

У разі анулювання сертифіката відповідності орган з сертифікації інформує про це Державну інспекцію з питань захисту прав споживачів, Державну митну службу та інші зацікавлені організації. Заявник повинен повернути оригінали сертифікатів та всі копії органу, який їх видав. Повернені оригінали та копії підлягають знищенню за актом.

Орган з сертифікації продукції веде облік виданих ним сертифікатів та направляє їх копії до Національного органу України з сертифікації. Національний орган на підставі Реєстру Системи видає довідники, які містять інформацію щодо сертифікованої продукції.

Орган з сертифікації продукції та організації, що діють за його дорученням, несуть відповідальність за розголошення комерційної та професійної таємниці щодо конфіденційної інформації.

#### **16.4. Сертифікація однорідних видів продукції (машин, механізмів, устаткування, дорожніх транспортних засобів)**

Система сертифікації однорідної продукції – це система сертифікації, що відноситься до певної групи продукції, для якої застосовуються одні і ті ж конкретні стандарти і правила і та ж сама процедура.

Система сертифікації однорідної продукції створюється при необхідності конкретизації загальних правил стосовно сукупності видів продукції, що володіє певною спільністю ознак.

Формування систем сертифікації однорідної продукції здійснюється з урахуванням таких чинників:

- наявність аналогічної міжнародної системи;
- спільності технічних принципів устрою (способів функціонування) продукції;
- спільності призначення продукції і (або) вимог до неї;
- спільності методів випробувань;
- спільності області розповсюдження нормативних документів.

В системі сертифікації однорідної продукції повинні встановлюватися:

- номенклатура товарів, що підлягає сертифікації в даній системі;
- нормативні документи, на відповідність яким проводиться сертифікація, перевіряються вимоги і використовувані методи випробувань;
- структура системи, функції її учасників;
- схеми сертифікації, що застосовуються в даній системі;
- правила відбору та ідентифікації зразків для випробувань;
- форми сертифіката і знака відповідності, правила нанесення знака відповідності;
- умови і правила визнання (використання) протоколів випробувань і сертифікатів відповідності, виданих зарубіжними організаціями;
- порядок проведення інспекційного контролю за дотриманням правил сертифікації та за сертифікованою продукцією;
- порядок розгляду апеляцій;

Сертифікація однорідної продукції в Системі УкрСЕПРО проводиться відповідно до затверджених Правил сертифікації однорідних видів продукції:

1. Правила обов'язкової сертифікації дорожніх транспортних засобів, їх складових та приладдя, затверджені наказом Держспоживстандарту України від 25 січня 2002 року №48 (zareєстровані Мінюстом України 11 лютого 2002 року за № 126/6414);

2. Правила обов'язкової сертифікації нафти та нафтопродуктів, затверджені наказом Держспоживстандарту України від 16 січня 1997 р. № 19 (zareєстровані Мінюстом України 26 лютого 1997 р. за № 52/1856);

3. Правила обов'язкової сертифікації машин сільськогосподарських для рослинництва, тваринництва, птахівництва і кормо-виробництва, затверджені Держспоживстандарту України від 17 січня 1997 року № 24 (zareєстровані Мінюстом України 6 лютого 1997 року за № 24/1828);

4. Правила обов'язкової сертифікації кранової продукції, затверджені наказом Держспоживстандарту України від 24 січня 1997 року №37 (zareєстровані Мінюстом України 4 квітня 1997 року за № 110/1914);

5. Правила обов'язкової сертифікації продукції обладнання металообробного та деревообробного, затверджені наказом Держспоживстандарту України від 7 квітня 1997 року № 186 (zareєстровані Мінюстом України 22 вересня 1997 року за № 415/2219);

6. Правила обов'язкової сертифікації технічних засобів охоронної та охоронно-пожежної сигналізації, затверджені наказом Держспоживстандарту України від 10 квітня 1997 року № 191 (zareєстровані Мінюстом України 8 серпня 1997 року за № 298/2102);

7. Правила обов'язкової сертифікації будівельних матеріалів, виробів та конструкцій, затверджені наказом Держспоживстандарту України від 12 квітня 1997 року № 192 (zareєстровані Мінюстом України 18 червня 1997 року за № 222/2026);

8. Правила обов'язкової сертифікації засобів обчислювальної техніки, затверджені наказом Держспоживстандарту України від 25 червня 1997 року №366 (zareestrovani Minyustom Ukrainy 07 serpnia 1997 roku za №295/2099);

9. Правила обов'язкової сертифікації продукції протипожежного призначення, затверджені наказом Держспоживстандарту України від 27 червня 1997 року № 374 (zareestrovani Minyustom Ukrainy 16 veresnia 1997 roku za № 407/2211);

10. Правила обов'язкової сертифікації електропобутового та аналогічного обладнання і комплектувальних виробів, затверджені наказом Держспоживстандарту України від 12 вересня 1997 року № 567 (zareestrovani Minyustom Ukrainy 31 zhovtnia 1997 roku za № 524/2328);

11. Правила обов'язкової сертифікації труб та балонів, затверджені наказом Держспоживстандарту України від 12 грудня 1997 року №777 (zareestrovani Minyustom Ukrainy 6 lyutogo 1998 roku za № 83/2523);

12. Правила сертифікації засобів індивідуального захисту працюючих, затверджені наказом Держспоживстандарту України від 14 червня 1999 року № 322 (zareestrovani Minyustom Ukrainy від 22 червня 1999 року за №405/3698).

**При сертифікації (підтвердженні відповідності)** дорожніх транспортних засобів (ДТЗ) екологічним нормам категорії дорожніх транспортних засобів, особливостей їх конструкції, серії поправок Правил ЄЕК ООН № 49 і 83 норми методи випробувань, терміни та правила їх обов'язкового запровадження визначаються згідно із Законом України від 06 липня 2005 року № 2739-IV «Про деякі питання ввезення на митну територію України та реєстрації транспортних засобів» та додатком 2 до Порядку затвердження конструкції транспортних засобів, їх частин та обладнання, затвердженого наказом Міністерства інфраструктури України від 17 серпня 2012 року № 521, zareestrovano v Ministerstvi yustitsii Ukrainy 14 veresnia 2012 roku za № 1586/21898.

Органи із сертифікації можуть використовувати для цілей сертифікації повідомлення про офіційне затвердження типу та протоколи випробувань за правилами ЄЕК ООН або директивами ЄС, офіційно визнаними еквівалентними правилам ЄЕК ООН, із серією поправок, не нижчою, ніж передбачена цим Переліком.

При сертифікації одного зразка ДТЗ, складової частини або приладдя допускають застосовувати обмежені вимоги правил ЄЕК ООН нижчих серій поправок, а також вимоги відповідних стандартів колишнього СРСР, які діяли на момент випуску продукції:

- у разі якщо випробування передбачають руйнування зразка;
- для ДТЗ, що ввозять на митну територію України при переселенні громадян на постійне місце проживання в Україну;
- за умови позитивних результатів перевірки справності анти-блокувальної системи (АБС) за допомогою пристроїв сигналізації та

контролю, установлених на ДТЗ, допускається не проводити випробування АБС згідно з додатком 13 до Правил ЄЕК ООН № 13-09.

Відповідність складових частин, що ввозять в Україну за одним провізним документом у кількості, яка не перевищує 5 комплектів цих складових частин, призначених для певного типу ДТЗ, може бути підтверджена результатами випробувань цього типу ДТЗ за показниками, на які безпосередньо впливають зазначені складові частини, за умови, що складові частини саме цього типу (та виробника) були встановлені на ДТЗ, що проходив випробування.

Для ДТЗ, що були в користуванні, на відповідність вимогам Правил ЄЕК ООН № 49 або Правил ЄЕК ООН № 83 можуть бути зараховані:

- повідомлення про затвердження типу ДТЗ та/або протоколи сертифікаційних випробувань за правилами ЄЕК ООН або директивами ЄС, еквівалентними правилам ЄЕК ООН;

- інформація про затвердження типу ДТЗ згідно з Угодою про прийняття єдиних технічних приписів для колісних транспортних засобів, предметів обладнання та частин, які можуть бути встановлені та/або використані на колісних транспортних засобах, і про умови взаємного визнання офіційних затверджень, виданих на основі цих приписів, з поправками 1995 року (Женевська угода 1958 року), офіційно надана виробником ДТЗ або іноземним органом з оцінки відповідності;

- маркування щодо офіційного затвердження за правилами ЄЕК ООН та/або директивами ЄС, еквівалентними цим правилам ЄЕК ООН, та/або інформація, наведена в реєстраційних документах, виданих компетентними органами країни попередньої реєстрації;

- маркування щодо відповідності подальшим переглядам Директив 70/156/ЕЕС, 2007/46/ЕС, які включають вимоги щодо екологічних показників, не нижчі, ніж Правила ЄЕК ООН № 49 та/або Правила ЄЕК ООН № 83 залежно від особливостей конструкції ДТЗ.

У сертифікаті відповідності ДТЗ повинно бути зазначено, якому саме рівню екологічних вимог відповідає за конструкцією транспортний засіб («ЄВРО-0» - «ЄВРО-6» або іншому рівню).

Для ДТЗ, що перебувають в експлуатації в Україні (мають державну реєстрацію), можуть не застосовуватись екологічні вимоги Правил ЄЕК ООН № 49 та Правил ЄЕК ООН № 83, вимоги пункту 4.3.2 (тільки норми для автомобілів з трикомпонентними нейтралізаторами) ДСТУ 4277:2004 можуть бути замінені на вимоги пункту 4.3.1, а також у сертифікаті відповідності може не зазначатись, якому саме рівню екологічних вимог відповідає за конструкцією транспортний засіб.

Сертифікація ДТЗ, переобладнаних згідно з документом про погодження переобладнання транспортного засобу, виданим спеціально уповноваженою на це організацією, проводиться на відповідність вимогам ДСТУ 3649:2010, які згідно з цим Переліком залежно від категорії та особливостей конструкції

застосовують при сертифікації ДТЗ, що були в користуванні, а також нормативних документів, які зазначені в документі про погодження переобладнання.

Сертифікація ДТЗ, переобладнаних суб'єктами господарювання згідно з нормативно-технічною документацією на відповідний вид переобладнання, здійснюється на відповідність вимогам, які згідно з цим Переліком залежно від категорії та особливостей конструкції застосовують при сертифікації ДТЗ, що були в користуванні.

Зазначені вимоги повинні стосуватися лише змін, унесених до конструкції ДТЗ під час переобладнання.

Вимоги Правил ЄЕК ООН № 89 не застосовуються до ДТЗ, які:

- призначені для перевезення пасажирів, з конструктивною максимальною швидкістю менше 100 км/год, що підтверджено документально виробником ДТЗ (крім автобусів спеціалізованого призначення, призначених для перевезення школярів);
- призначені для перевезення вантажів, з конструктивною максимальною швидкістю менше 90 км/год, що підтверджено документально виробником ДТЗ;
- експлуатуються Збройними Силами України, силами цивільної оборони, силами підтримання громадського порядку, пожежними підрозділами та іншими службами екстреного виклику;
- застосовують як громадський або комунальний транспорт виключно в умовах міста;
- експлуатуються виключно поза дорогами загального користування.

### **Контрольні питання**

1. Характеристика загальних принципів сертифікації продукції?
2. Назвіть відмінні ознаки обов'язкової та добровільної сертифікації?
3. З якою метою проводиться сертифікація продукції?
4. Назвіть вимоги до нормативних документів на продукцію яка сертифікується.
5. Охарактеризуйте загальні правила та порядок проведення робіт з сертифікації продукції.
6. Дайте характеристику схем сертифікації продукції.
7. Як проводиться ідентифікація та випробовування продукції?
8. Як здійснюється технічний нагляд за сертифікованою продукцією?
9. Охарактеризуйте основні етапи процедури визнання результатів сертифікації продукції, що імпортується.
10. Як здійснюється сертифікація однорідної продукції?

## СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Закон України «Про стандарти, технічні регламенти та процедури оцінки відповідності» від 1 грудня 2005 р. № 3164-IV.
2. Закон України «Про стандартизацію» від 17 травня 2001 р. № 2408-Закон України ІІІ.
3. Закон України «Про підтвердження відповідності» від 17.05.2001 р. № 2406-ІІІ.
4. Закон України «Про державний ринковий нагляд та контроль нехарчової продукції» від 2 грудня 2010 р. № 2735-VI.
5. Закон України «Про акредитацію органів з оцінки відповідності» № від 17.05.2001 р. 2407-ІІІ.
6. Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність» від 11.02.1998 р. № 113/98-ВР в редакції Закону від 15.06.2004 р. № 1765-IV.
7. Янушкевич Д.А. Основи стандартизації : навч. посіб. для студентів вищих навчальних закладів / Д. А. Янушкевич, Р. М. Тріщ., Л. Ю. Шубіна ; Освіта України — Київ : 2012. — 320 с.
8. Сертифікація продукції: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / Р. М. Тріщ, Д. А. Янушкевич, Л. Ю. Шубіна, Е. В. Білецький; Освіта України. — Київ.: 2012. — 520 с.
9. Чинков В. М. Основи метрології та вимірювальної техніки : навч. посібн. - 2-ге вид., перероб. і доп. — Харків : НТУ «ХПІ», 2005. — 524с.
10. Захаров І.П. Теория неопределенности в измерениях. — Харьков: Консум, 2002, 256 с.
11. Черепков С.Т. Технічне регулювання та підтвердження відповідності в Україні : підручник / С. Т. Черепков, С. І. Кондрашов, М. М. Будьонний [та ін.]. — Харків : Вид-во «Підручник НТУ «ХПІ», 2010. — 440 с.
12. Кириченко Л. С. Основи стандартизації, метрології та управління якістю :підр. / Л. С. Кириченко, Н. В. Мережко. — Київ ; Київ. нац. торг. екон. ун-т, 2010. — 416 с.
13. Салухіна Н. Г., Язвінська О. М. Стандартизація та сертифікація товарів і послуг: підручник. — Київ.: Центр учбової літератури, 2010. - 336 с
14. Боженко Л. І. Стандартизація, метрологія та кваліметрія у машинобудуванні : навч. посіб. / Л. І. Боженко. — Львів.: Світ, 2003. — 328 с.
15. ДСТУ ISO 286-1-2002 Допуски і посадки за системою ISO. Частина 1. Основи допусків, відхилів та посадок.
16. ДСТУ 2500-94 Єдина система допусків і посадок. Терміни та визначення.
17. ДСТУ ISO 286-1-2002 Допуски і посадки за системою ISO. Частина 1. Основи допусків, відхилів та посадок.
18. ДСТУ 3321-96 Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять
19. ГОСТ 6636-69 Основные нормы взаимозаменяемости. Нормальные линейные размеры.
20. ДСТУ 2498-94 Допуски форми та розташування поверхонь. Терміни та визначення.
21. ГОСТ 2.308-79 Единая система конструкторской документации. Указание на чертежах допусков формы и расположения поверхностей.
22. ГОСТ 24642-81. Допуски формы и расположения поверхностей. Основные термины и определения.

Навчальне видання

**ГРЯЗНОВА** Світлана Аркадіївна

Курс лекцій

з дисципліни

## **«Метрологія, стандартизація та сертифікація»**

*(для студентів I курсу денної форми навчання  
за спеціальністю 263 – Цивільна безпека)*

Відповідальний за випуск: *В. Е. Абракітов*

*За авторською редакцією*

Комп'ютерне верстання *К. А. Алексанян*

План 2014, поз. 63Л

Підп. до друку 01.11.2014

Друк на різнографі.

Зам. №

---

Формат 60х84/16

Ум. друк. арк. 8,0

Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет міського  
господарства імені О. М. Бекетова,

вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002

Електронна адреса: [rectorat@kname.edu.ua](mailto:rectorat@kname.edu.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017 р.